

AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

# **Inzidenz und Outcome der Carotisdissektion beim Polytrauma**

Inaugural –Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Sebastian Peter Baumer

2015



AUS DEM LEHRSTUHL  
FÜR UNFALLCHIRURGIE  
PROF. DR. MED. MICHAEL NERLICH  
DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

# **Inzidenz und Outcome der Carotidisdissektion beim Polytrauma**

Inaugural –Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Sebastian Peter Baumer

2015

Dekan:	Prof. Dr. Dr. Torsten E. Reichert
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Peter Angele
2. Berichterstatter:	PD Dr. med. Christoph Wiese
Tag der mündlichen Prüfung:	03.11.2015

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	6
1.1 Verkehrsunfallzahlen und Unfalltote .....	6
1.2 Traumanetzwerk DGU® .....	8
1.3 Traumanetzwerk Ostbayern .....	13
1.4 S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten Behandlung.....	15
1.5 CT Diagnostik .....	15
1.6 Carotidisdissektion .....	17
2 Fragestellung.....	19
3 Material und Methode .....	20
3.1 Patientenmanagement/Schockraumalgorithmus .....	20
3.2 Bildgebung/Polytraumaspirale .....	23
3.3 Datenerfassung .....	24
3.4 Traumregister DGU ®.....	26
3.5 Variablenübersicht einzeln.....	29
3.6 Statistik .....	42
4 Ergebnisse.....	43
4.1 Überblick über die Studienpopulation .....	43
4.2 Inzidenz der Carotisverletzung in verschiedenen ISS Gruppen.....	43
4.3 ISS/ Mittlere Verletzungsschwere .....	45
4.4 NISS .....	47
4.5 Epidemiologie .....	50
4.6 Verletzungsmechanismus.....	52
4.7 GCS.....	54
4.8 Carotidisdissektion und andere Gefäßverletzungen .....	55
4.9 Begleitverletzungen .....	56

4.9.1 Schädelhirntrauma.....	56
4.9.2 Diffuses axonales Trauma .....	57
4.9.3 Schädelbasisfrakturen .....	57
4.9.4 HWS Frakturen .....	58
4.9.5 Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Kopfverletzungen.....	59
4.9.6 Mittelgesichtsfrakturen.....	60
4.9.7 Mandibulafrakturen .....	60
4.9.8 Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Gesichtsverletzungen .....	61
4.9.9 Thoraxtrauma .....	62
4.9.10 Abdominaltrauma.....	64
4.9.11 Erfüllung der Screeningkriterien.....	66
4.10 Krankenhausaufenthalt.....	67
4.10.1 Polytrauma-CT und Zeiten.....	67
4.10.2 Intensivaufenthalt und Beatmungsdauer .....	70
4.10.3 Liegedauer im Krankenhaus.....	70
4.11 Cerebrale Infarzierung .....	71
4.12 Outcome .....	72
4.13 Letalität .....	74
4.14 Zuverlegung.....	76
4.14.1 Häufigkeit der Zuverlegung und Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Zuverlegten.....	76
4.14.2 Krankenhausaufenthalt der Zuverlegten.....	77
4.14.3 Outcome bei Zuverlegten .....	77
4.15 Überblick über die wichtigsten Werte.....	79
5 Diskussion .....	80
5.1 Inzidenz .....	80
5.2 Outcome .....	84
5.3 Screening .....	87

6 Zusammenfassung .....	98
7 Anlage .....	100
8 Literaturverzeichnis .....	105
9 Abbildungsverzeichnis .....	112
10 Tabellenverzeichnis .....	114
11 Abkürzungsverzeichnis .....	117
12 Danksagung .....	119

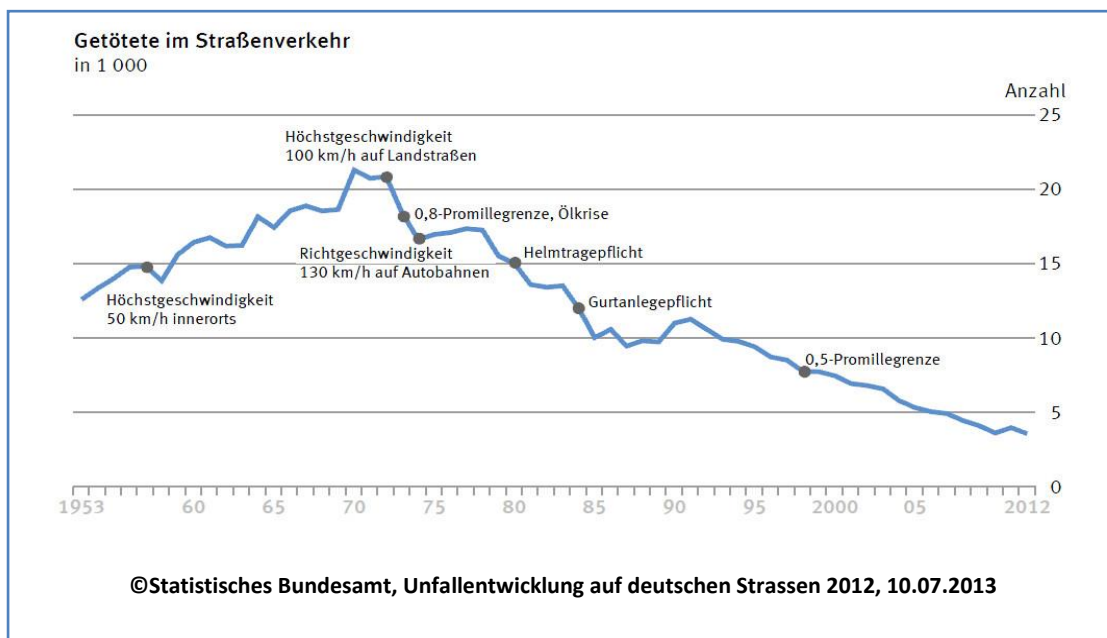
# 1 Einleitung

## 1.1 Verkehrsunfallzahlen und Unfalltote

„7,2 % weniger Todesopfer auf deutschen Straßen im Jahr 2013“ [1].

Mit dieser Schlagzeile machte das Statistische Bundesamt Anfang des Jahres 2014 auf aktuelle Entwicklungen im Straßenverkehr aufmerksam. So sind 2013 3.340 Menschen bei Verkehrsunfällen ums Leben gekommen [1]. Das heißt durchschnittlich sind auf deutschen Straßen täglich neun Todesopfer zu beklagen. Noch vor 44 Jahren, im Jahr 1970 zählte man 58 Verkehrstote pro Tag, 1990 waren es immerhin noch 30 [1]. Von 1992 bis 2012 ging die Zahl der tödlich Verunglückten um 66,1 % zurück, wie das Statistische Bundesamt in diesem Zusammenhang berichtet [2]. Diese Entwicklung über die Jahrzehnte ist sicherlich mitbegründet durch Meilensteine der Gesetzgebung (siehe Abbildung 1), aber auch durch die ständige Fortentwicklung der medizinischen Versorgung.

**Abbildung 1** zeigt eine Übersicht über die Anzahl der jährlichen Verkehrstoten im Laufe der Jahre sowie ausgewählte „Meilensteine“ der Gesetzgebung [2].





Des Weiteren sank die Zahl aller Unfallopfer im Straßenverkehr über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich. Im Jahr 1990 verunglückten insgesamt 521.977 Personen bei Verkehrsunfällen, davon starben 11.046 - 2,1 % aller Beteiligten [2]. Dem gegenüber zählte das statistische Bundesamt im Jahr 2012, 22 Jahre später, nur noch 387.978 verunglückte Personen, davon starben 3600 Menschen. Demzufolge verstarben nur noch 0,9 % aller Verunglückten an ihren Verletzungen [2].

Dies ist ein großer Verdienst der Fahrzeugentwicklung, sowie der Verkehrserziehung und schlussendlich auch der medizinischen Versorgung, vor allem vor dem Hintergrund eines steigenden Fahrzeugbestandes. 1990 berichtet das Statistische Bundesamt mit Verweis auf das Kraftfahrt-Bundesamt in Flensburg von insgesamt 43.605.482 motorisierten Fahrzeugen in Deutschland. 2012 waren dies 53.831.338 Fahrzeuge, also 23,5 % mehr, als noch im Jahr 1990 [2].

Der Blick auf schwerverletzte Personen zeigt eine ähnliche Entwicklung.

2012 wurden nach Angaben des Statistischen Bundesamtes 66.279 Menschen bei einem Verkehrsunfall schwer verletzt [2]. Im Traumaregister der DGU gab es im Jahr 2012 allerdings nur 28.805 eingetragene Patienten [3]. Diese Diskrepanz ist sicherlich einer unterschiedlichen Definition von „schwerverletzten Patienten“ geschuldet. Allerdings sind aber auch nicht alle Traumazentren in Deutschland an das Traumaregister angeschlossen, so dass sich diese Abweichung auch dadurch herleiten lässt. Das Deutsche Ärzteblatt geht 2013 in einem Artikel, der sich auf eine Pressemitteilung zum Deutschen Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2013 [4] bezieht, von ca. 35.000 Schwerverletzten pro Jahr aus. Nach ihren Angaben seien 1990 ein Viertel der Schwerverletzten verstorben [4,5]. Im Jahresbericht 2013 zeigte die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), dass im Jahr 2012 90 % der registrierten Schwerverletzten überlebt haben [3]. Diese Entwicklung der letzten 20 Jahre zeigt, dass der Fortschritt der modernen Medizin rasant voranschreitet und ein deutlich besseres Outcome der Patienten erreicht werden kann.

Experten sehen diese Entwicklung in Deutschland als weltweit führend an [4].

Darüber hinaus hat die Bundesregierung im Verkehrssicherheitsprogramm von 2011 das Ziel formuliert, bis 2020 die Zahl der Verkehrstoten um 40 % zu verringern. So sollen im Jahr 2020 ausgehend von 3648 Toten im Jahr 2010 nur noch 2189 Verkehrstote zu beklagen sein [2].

## 1.2 Traumanetzwerk DGU®

Seit Jahrzehnten werden im medizinischen Bereich große Anstrengungen unternommen, um eine bestmögliche Versorgung von schwerverletzten Unfallopfern flächendeckend sicherzustellen. Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU) veröffentlichte hierzu im Jahr 2006 das Weißbuch der Schwerverletztenversorgung und installierte noch im gleichen Jahr das Traumanetzwerk DGU® [6–8].

Das Traumanetzwerk DGU® formuliert auf ihrer Internetseite die Ziele wie folgt:

1. „der Erhalt und die Verbesserung der flächendeckenden Versorgungsqualität von Schwerverletzten durch verbesserte Kommunikation, abgestimmte Versorgungsstandards und qualitätsgestützte Kooperation
2. die Steigerung der Effizienz durch Nutzung vorhandener Ressourcen z.B. Bildung **eines** regionalen oder überregionalen Traumazentrums unter Beteiligung mehrerer, nah beieinander liegender Einrichtungen
3. die Nutzung von Möglichkeiten zur interhospitalen Regelung einer aufwandsadäquaten Erlös - Aufteilung im DRG System
4. die Nutzung von Möglichkeiten zur Einrichtung eines Verbund-Systems zur Fort- und Weiterbildung“ [7]

Im Weißbuch der Schwerverletztenversorgung ist die Maxime des Traumanetzwerkes wie folgt formuliert:

„Jeder Schwerverletzte soll an jedem Ort in Deutschland zu jeder Zeit die gleichen Überlebenschancen haben.“ ([8] S. 13)

Das Traumanetzwerk DGU® stuft dabei die teilnehmenden Kliniken in folgende drei Kompetenzkategorien ein ([8] S. 14–18):

- Lokales Traumazentrum
  - Versorgung von Einzelverletzungen
  - Initiale Aufnahme eines Polytraumas, wenn ein zeitgerechter Transport in ein regionales/überregionales Traumazentrum nicht möglich ist
  - Schockraum, Operationssaal und Intensivstation müssen vorhanden und 24 Stunden betriebsbereit sein
  - Basisteam im Schockraum:
    - 1 Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie oder Viszeralchirurgie oder Allgemeinchirurgie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard),
    - 1 Facharzt für Anästhesiologie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard),
    - 2 Pflegekräfte Chirurgie,
    - 1 Pflegekraft Anästhesiologie,
    - 1 medizinisch-technische Radiologiefachkraft (MTRA).
  - Erweitertes Schockraumteam (binnen 20 -30 min einsatzbereit)
    - Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie mit Zusatzweiterbildungsqualifikation
    - Spezielle Unfallchirurgie (Oberarzt),
    - Facharzt für Viszeralchirurgie oder Allgemeinchirurgie (Oberarzt),
    - Facharzt für Anästhesiologie (Oberarzt),
    - Facharzt für Radiologie (Oberarzt),
    - 2 OP-Pflegekräfte.

- Regionales Traumazentrum
  - Definitive Versorgung von polytraumatisierten Patienten auch höherer Schweregrade, verpflichtend über 24 Stunden
  - Ausreichend OP- und Intensivkapazitäten müssen vorhanden sein
  - Fachkompetenz für Neurochirurgie muss 24 Stunden zur Verfügung stehen
  - Basisteam im Schockraum:
    - 1 Facharzt bzw. Weiterbildungsassistent für Orthopädie/Unfallchirurgie (FA-Standard)
    - 1 Weiterbildungsassistent in Orthopädie/Unfallchirurgie, oder in Viszeralchirurgie und/oder Allgemeinchirurgie
    - 1 Facharzt für Anästhesiologie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard),
    - 1 Facharzt für Radiologie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard),
    - 2 Pflegekräfte Chirurgie,
    - 1 Pflegekraft Anästhesiologie,
    - 1 medizinisch-technische Radiologiefachkraft (MTRA).
  - Erweitertes Schockraumteam (binnen 20 -30 min einsatzbereit)
    - Facharzt für Orthopädie/Unfallchirurgie mit Zusatzweiterbildungsqualifikation
    - Spezielle Unfallchirurgie (Oberarzt)
    - Facharzt für Viszeralchirurgie oder Allgemeinchirurgie (Oberarzt)
    - Facharzt für Anästhesiologie (Oberarzt)
    - Facharzt für Radiologie (Oberarzt)
    - Facharzt für Neurochirurgie
    - Facharzt für Gefäßchirurgie
    - 2 OP-Pflegekräfte
  - Fakultativ
    - Facharzt für Augenheilkunde
    - Facharzt für Gynäkologie
    - Facharzt für HNO
    - Facharzt für Kinderchirurgie und/oder Facharzt für Pädiatrie
    - Facharzt für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
    - Facharzt für Plastische Chirurgie
    - Facharzt für Thoraxchirurgie
    - Facharzt für Urologie
    - Facharzt mit Zusatzweiterbildung Handchirurgie (Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie oder Facharzt für Plastische Chirurgie)

- Überregionales Traumazentrum
  - Kliniken der Maximalversorgung
  - 24-stündige Vorhaltung aller für die Versorgung komplexer und seltener Verletzungen relevanten Disziplinen
  - Möglichkeit der parallelen Versorgung von 2 Schwerverletzten muss gegeben sein
  - Vorbereitungen für einen Massenanfall von Verletzten müssen getroffen sein
  - Basisteam Schockraum:
    - 1 Facharzt bzw. Weiterbildungsassistent für Orthopädie und Unfallchirurgie
    - 1 Weiterbildungsassistent in Orthopädie und Unfallchirurgie oder in Zusatzweiterbildung Spezielle Unfallchirurgie oder Weiterbildungsassistent in Viszeralchirurgie oder Allgemeinchirurgie
    - 1 Facharzt für Anästhesiologie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard)
    - 1 Facharzt für Radiologie bzw. Weiterbildungsassistent (FA-Standard)
    - 2 Pflegekräfte Chirurgie
    - 1 Pflegekraft Anästhesiologie
    - 1 medizinisch-technische Radiologiefachkraft (MTRA)
    - Transportpersonal
  - Erweitertes Schockraumteam (binnen 20-30 min einsatzbereit)
    - Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie mit Zusatzweiterbildungsqualifikation
    - Spezielle Unfallchirurgie oder FA für Chirurgie mit SP Unfallchirurgie (Oberarzt)
    - Facharzt für Viszeralchirurgie oder Allgemeinchirurgie (Oberarzt)
    - Facharzt für Anästhesiologie (Oberarzt)
    - Facharzt für Neurochirurgie (Oberarzt)
    - Facharzt für Radiologie (Oberarzt) mit Kenntnissen in interventioneller Radiologie
    - Facharzt für Gefäßchirurgie
    - Facharzt für Herz- und/oder Thoraxchirurgie
    - Facharzt für Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie
    - Facharzt für HNO
    - Facharzt für Augenheilkunde
    - Facharzt für Urologie
    - 2 OP-Pflegekräfte

Weitere Rufdienste zur gleichzeitigen Versorgung mehrerer Schwerverletzter

- Fakultativ

Facharzt für Gynäkologie

Facharzt mit Zusatzweiterbildung Handchirurgie (Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie oder Facharzt für plastische Chirurgie)

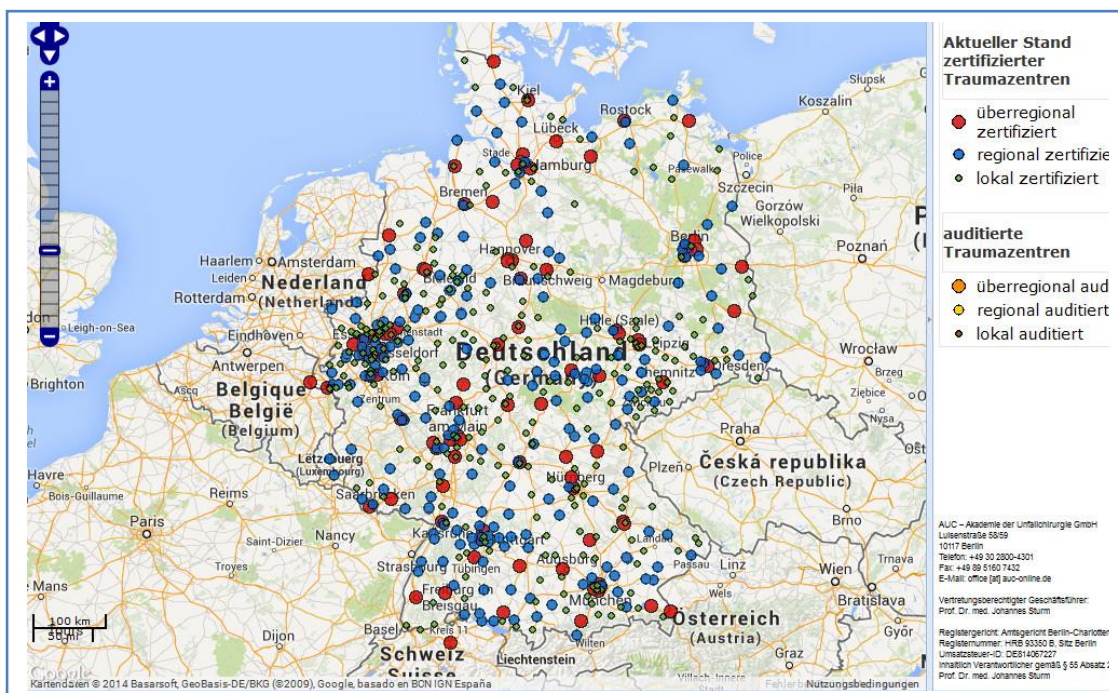
Facharzt für Kinderchirurgie oder Pädiatrie

Das Weißbuch der Schwerverletztenversorgung [8] beschreibt nicht nur die personelle Schockraumausstattung (siehe oben), sondern auch die räumliche Gestaltung und technische Mindestausrüstung von Schockraum und Intensivstation. Hiermit sollen durch optimale Rahmenbedingungen beste Voraussetzungen für die flächendeckende und qualitativ hochwertige Versorgung schwerverletzter Patienten geschaffen werden.

Im Sinne der Qualitätsüberprüfung und –erhaltung müssen sich alle teilnehmenden Kliniken laufend internen und externen Qualitätsprüfungen unterziehen.

Derzeit sind 907 Kliniken Mitglieder im Traumanetzwerk DGU® aktiv [9].

**Abbildung 2** zeigt die Verteilung der zertifizierten Traumazentren in Deutschland [10].



Im Jahr 2013 wurde das Traumanetzwerk DGU® für die flächendeckende Verbesserung der Schwerverletzten-Versorgung in Deutschland mit dem MSD Gesundheitspreis ausgezeichnet [9]. Mit diesem Preis werden „herausragende innovative Versorgungslösungen“ [11] gewürdigt.

## 1.3 Traumanetzwerk Ostbayern

Im Sinne des Traumanetzwerk DGU® wurde am 06. Juli 2007 das Traumanetzwerk Ostbayern gegründet. Dessen oberstes Ziel ist die Verbesserung der Versorgung von polytraumatisierten Patienten in der Region Ostbayern.

Folgende Kliniken sind Mitglieder [12]:

### Überregionale Traumazentren:

Krankenhaus der Barmherzigen Brüder in Regensburg  
Universitätsklinik Regensburg

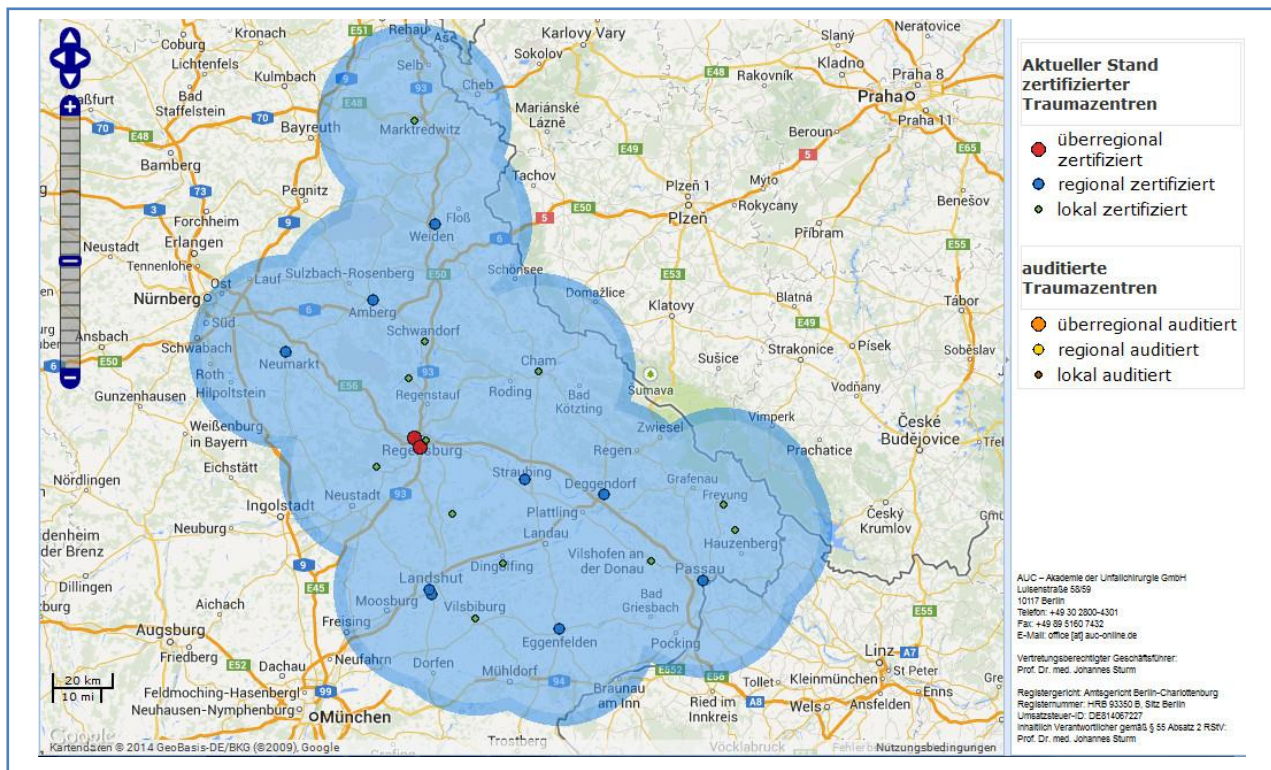
### Regionale Traumazentren:

Klinikum Weiden  
Klinikum St. Marien in Amberg  
Klinikum Neumarkt  
Klinikum St. Elisabeth in Straubing  
Klinikum Deggendorf  
Klinikum Passau  
Rottal-Inn-Klinik Eggenfelden  
Klinikum Landshut  
Krankenhaus Landshut Achdorf

### Lokale Traumazentren:

Klinikum Fichtelgebirge in Marktredwitz  
Krankenhaus St. Barbara in Schwandorf  
Asklepiosklinik Burglengenfeld  
Goldbergklinik Kelheim  
Krankenhaus Cham  
Caritas KH St. Josef in Regensburg  
Klinik Mallersdorf  
Donauisar Klinikum Dingolfing  
Krankenhaus Vilsbiburg  
Krankenhaus Vilshofen  
Krankenhaus Waldkirchen  
Krankenhaus Freyung

**Abbildung 3** zeigt die Mitglieder des Traumanetzwerk Ostbayern mit Einzugsgebiet [12].



Regensburg und vor allem die hier ansässige Universitätsklinik mit Rettungshubschrauberstandort wurde so zum Zentrum der schwerverletzten Versorgung in Ostbayern und verfügt damit über ein sehr großes Einzugsgebiet.



## **1.4 S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten Behandlung**

2002 wurde diese Leitlinie erstellt und im Juli 2011 auf den aktuellsten Stand gebracht [13]. Sie stellt einen Meilenstein in der Verbesserung und Vereinheitlichung der Versorgung von Polytraumata dar.

Diese Leitlinie gibt Handlungsempfehlungen zur Patientenversorgung. Dabei werden die Verfahrensweisen präklinisch, im Schockraum und in der ersten Operationsphase erläutert. Hierbei wird nicht nur auf die personelle Ausstattung eingegangen, sondern auch auf technische Ausrüstung, räumliche Gegebenheiten und vor allem auf genaue Verfahrensanweisungen bei bestimmten Verletzungsbildern.

Als Standard für die Versorgung schwerverletzter Patienten, dient sie somit der Qualitätsverbesserung und Qualitätserhaltung und ist maßgeblich an den oben genannten Fortschritten des Outcomes von Polytraumatisierten beteiligt.

## **1.5 CT Diagnostik**

Zum Punkt der CT Diagnostik wird in der S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung mehrfach erwähnt, dass die Technik der Mehrschicht-Spiral-Computertomographie (MSCT) eine deutliche Verbesserung der Bildgebung in Bezug auf Bildqualität und Scandauer darstellt [13]. Zur Aufnahme dieser Technik in den diagnostischen Prozess bei Schwerverletzten wird von einigen Autoren dringend empfohlen, ein Ganzkörper-CT anzufertigen [14].

Des Weiteren konnte anhand der Daten des TraumaRegister DGU® gezeigt werden, dass eine frühe Integration der Polytraumaspirale in die Patientenversorgung zu einer Verbesserung des Überlebens führt [15].

Allerdings gibt es weder in der S3-Leitlinie, noch im Weißbuch eine einheitliche Empfehlung, wie die technische Umsetzung der Untersuchung von verschiedenen Körperregionen durchgeführt werden soll. Mit anderen Worten: Es gibt kein empfohlenes, einheitliches MSCT-Protokoll bei Polytrauma.

Dafür gibt es klare Empfehlungen für einzelne Körperregionen, wie z.B. bei Abdominaltrauma. Hier soll aufgrund bester Spezifität und Sensitivität ein CT Abdomen durchgeführt werden, am besten mit venösem Kontrast ([13] S. 186).

Abgesehen davon wird dringend empfohlen, die radiologische Diagnostik binnen kürzester Zeit durchzuführen ([13] S. 244).

In Bezug auf die Technik neuer Computertomographen sind bemerkenswerte Fortschritte erreicht worden, die gerade für die Versorgung von polytraumatisierten Patienten von großem Vorteil sind. So verfügen die neuesten, bereits weit verbreiteten High-End-Computertomographen über 2 Röntgenröhren und 2 Detektoren, die jeweils bis zu 192 einzelne Schnittebenen aufnehmen können [16]. Somit können pro 360° Umdrehung der Röntgeneinheit bis zu 384 Schichtbilder aufgenommen werden. Dies führt zu sehr hohen Scangeschwindigkeiten. Beispielsweise erreichen die neuesten Geräte der Firma Siemens eine Akquisitionsgeschwindigkeit von 737 mm/s. [17] Folglich ist eine Scandauer einer Thorax-Abdomen-Untersuchung von 1 Sekunde möglich [17]. Für eine Polytraumaspirale werden dann in etwa 2-3 Sekunden benötigt.

All diese technischen Neuerungen führen zu qualitativ hochwertigeren Bildern und verkürzen die Untersuchungszeiten, was gerade für die Anwendung bei Schwerverletzten eine klare Verbesserung darstellt.

## 1.6 Carotidisdisektion

Gerade diese uneinheitlichen Polytraumascanprotokolle sind Anlass zur Diskussion (siehe S. 87-89), wenn es um die Diagnostik von Carotidisdisektionen geht.

Jene Verletzungen der Gefäße werden durch Hyperflexion, Hyperextension in der Halswirbelsäule oder stumpfe Gewalt gegen den Kopf und knöcherne Frakturen in unmittelbarer Nachbarschaft zur Gefäßwand [18,19] verursacht und gelten als selten. Die Inzidenz wird in der derzeitigen Literatur zwischen 0,39 Prozent [20] bis 4,6 Prozent [21] gesehen.

Als klinische Zeichen werden folgende Symptome genannt [19,22,23]:

- Einseitiger Kopfschmerz,
- Nackenschmerz,
- Hämatom im Bereich des Halses, eventuell durch Sicherheitsgurt hervorgerufen,
- Horner Trias: Ptosis, Miosis, Enophthalmus,
- Neurologische Zeichen einer cerebralen Ischämie.

1999 haben Biffl, Moore, et al. eine Klassifikation für Carotidisdisektion veröffentlicht [24]:

- Grad I: Irregularität der Gefäßwand, oder Dissektion mit <25 % Stenose,
- Grad II: Intraluminaler Thrombus, sichtbarer Intima Flap, oder Dissektion bzw. intramurales Hämatom mit > 25 % Stenose,
- Grad III: Pseudoaneurysma,
- Grad IV: totaler Verschluss,
- Grad V: Abriss.

In der S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung ([13] S. 261-263) wird bezüglich der Gefäßverletzungen des Halses eine Diagnostik mittels Angiographie

oder Duplexsonographie empfohlen, sowie die chirurgische Exploration für bestimmte Verletzungen. Allerdings beziehen sich diese Aussagen auf Literatur aus den Jahren 1979, 1996 und 2000 ([13] S. 262). Seitdem hat es in der Literatur eine kontroverse Diskussion und vor allem bahnbrechende Weiterentwicklungen im Bereich der CT Technik gegeben.

So ist es nicht verwunderlich, dass manche Autoren darauf hinweisen, dass immer noch viele dieser Verletzungen übersehen werden [19,25].

## 2 Fragestellung

Ziel dieser retrospektiven Auswertung ist die Ermittlung der Inzidenz von traumatischen Carotisverletzungen in unserem Traumazentrum, sowie die genaue Beschreibung der Begleitverletzungen und damit die Identifikation von Prädiktoren für diese Art von Verletzung. Darüber hinaus soll die Letalität und das erreichte Outcome beschrieben und mit der derzeitigen Literatur verglichen werden.

Eine Analyse der assoziierten Verletzungen, sowie des Unfallmechanismus soll im Abgleich mit der dazu publizierten Literatur helfen, Hochrisikopatienten leichter zu identifizieren.

Des Weiteren sollen durch die Untersuchung weiterer Variablen die Besonderheiten dieser Verletztengruppe gegenüber den restlichen polytraumatisierten Patienten herausgearbeitet werden.

Ebenso interessant ist die Frage, ob sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Verletzungshäufigkeit feststellen lassen.

### **3 Material und Methode**

Von September 2007 bis Dezember 2010 wurden in unserem Traumazentrum (Institut für Unfallchirurgie der Universitätsklinik Regensburg) Daten von 543 Patienten aufgenommen. Die Einschlusskriterien für die Aufnahme in diese Studie beruhen auf den Kriterien des Traumaregisters der DGU. Diese beinhalten eine Traumaversorgung im Schockraum und anschließende Überwachung auf einer Intensivstation oder auf vergleichbaren Stationen, wie z.B. Intermediate Care.

396 dieser Patienten hatten einen ISS  $\geq 16$ .

Nur die Häufigkeit der Carotidisdissektion in den verschiedenen ISS-Gruppen, die Häufigkeit der Vertebralisdissektion in den verschiedenen ISS Gruppen und die Analyse des ISS und NISS beziehen sich auf alle 543 aufgenommen Patienten.

Diese Arbeit soll sich jedoch auf Polytraumatisierte beziehen. Die derzeit gängige Definition eines Polytraumas lautet ISS  $\geq 16$  [13]. Deshalb habe ich mich bei sämtlichen weiteren Auswertungen auf 396 Patienten mit ISS  $\geq 16$  beschränkt.

#### **3.1 Patientenmanagement/Schockraumalgorithmus**

In unserem Traumazentrum stehen uns zwei nahezu identisch ausgestattete Schockräume zur Verfügung, die beide gleichzeitig betrieben werden können. Ein eintreffender Patient wird nach ausführlicher Übergabe durch den Notarzt, d.h. Schilderung der Unfallsituation und aller Begleitumstände, Angabe der Patientendaten und Vitalparameter, sowie Bericht über die durchgeführten Maßnahmen auf die Traumaliegung umgelagert. Dabei anwesend sind der chirurgische Assistenzarzt der Notaufnahme, der diensthabende unfallchirurgische Oberarzt, ein Anästhesieteam, bestehend aus Minimum einem Anästhesisten und einer Anästhesiepflegekraft, ein Pflorgeteam der Notaufnahme und ein Dokumentationsassistent – „Polytraumastudent“. Bei bestimmten Meldebildern werden die jeweiligen Vertreter der spezialisierten Fachgebiete mit hinzugerufen.

Dies erfolgt z.B. bei Schädelhirntrauma – Neurochirurgie, bei Augenverletzung – Augenheilkunde, oder bei Mittelgesichtstrauma – Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen. Bei der Ankündigung eines schweren Polytraumas oder einer Traumareanimation erfolgt eine Aufstockung des Personals, v.a. der Anästhesie auf insgesamt 2-3 Anästhesisten und ebenso viele Mitarbeiter der Anästhesiepflege. Des Weiteren wird der Chefarzt der Notaufnahme mit eingebunden.

Der laut der S3 – Leitlinie Polytrauma/Schwerverletzten-Behandlung [13] geforderte Schockraumalgorithmus orientiert sich an dem Konzept des Advanced Trauma Life Support® (ATLS).

Die Evaluation des Patienten erfolgt unter folgenden Gesichtspunkten der Erstuntersuchung („primary survey“) ([13] S. 13).

- A - Airway/Atemweg
- B - Breathing/Ventilation
- C - Circulation/Kreislauf
- D - Disability/Neurologie
- E - Exposure/Entkleidung

Die Entkleidung des Patienten erfolgt meist noch auf der Rettungsdienstliege. Daraufhin erfolgt die Umlagerung, die meist mittels Schaufeltrage durchgeführt wird. Des Weiteren geschieht die Kontrolle bzw. Stabilisierung der Vitalfunktionen durch die Anästhesie. Zeitgleich wird meist durch den chirurgischen Assistenzarzt ein FAST-Sonogramm des Abdomens durchgeführt.

Dieses „**Focused Assessment with Sonography for Trauma**“ ist eine gezielte Ultraschalluntersuchung mit der Fragestellung, ob sich freie Flüssigkeit im Abdomen befindet. Dabei werden vier Stellen des Abdomens mittels Sonographie auf freie Flüssigkeit untersucht. Dabei werden folgende Regionen eingesehen [26]:

- Perihepatisch,
- Perisplenisch,
- Perikardial,
- Kleines Becken.

Die weiteren Maßnahmen ergeben sich je nach Stabilität des Patienten bzw. nach Ergebnis des FAST-Sonogramms. Im Normalfall - Patient stabil, Sono unauffällig - werden in der Schockraumphase I durch die Kollegen der Anästhesie großlumige Zugänge, bzw. ein mehrlumiger ZVK oder Shaldon-Katheter gelegt. Bei Bewusstlosen erfolgt standardmäßig die Anlage eines Blasen-Dauerkatheters durch das Pflorgeteam der Notaufnahme. Danach erfolgt der Transport des Patienten in das CT.

In unserem Traumazentrum stehen im Institut für Röntgendiagnostik zwei CT Geräte zur Verfügung. Diese befinden sich in unmittelbarer Nähe der beiden Schockräume. Es muss nur der Gang überquert werden, die beiden Türen von Schockraum und CT liegen direkt gegenüber. Die Länge der zu schiebenden Strecke beträgt ca. zehn Meter. Bei Ankündigung eines polytraumatisierten Patienten wird ein CT Gerät für den Routinebetrieb sofort blockiert, um einen reibungslosen Ablauf der Schockraumversorgung zu gewährleisten. (Details zur CT-Untersuchung finden sich unter Punkt Bildgebung/Polytraumaspirale.) Nach Abschluss der Polytraumaspirale erfolgt durch einen multidisziplinären Konsens die Entscheidung, ob der Patient in den OP, auf die Intensivstation, oder zurück in den Schockraum gebracht wird. Diese Entscheidung erfolgt aufgrund der Schwere der Verletzungen, der Dringlichkeit operativer Maßnahmen und der Notwendigkeit invasiver Überwachungsverfahren. In den meisten Fällen schließt sich an das Computertomogramm eine Schockraumphase II an. Dort werden weitere Maßnahmen, wie Anlage notwendiger Thoraxdrainagen, Anlage einer intraarteriellen Blutdruckmessung, oder chirurgische



Extremitätenstabilisierung/Wundversorgung durchgeführt. Ist dies abgeschlossen, wird der Behandelte auf die Intensivstation verlegt.

Ist der Patient in der Schockraumphase I kreislaufinstabil, oder zeigt sich freie Flüssigkeit im FAST Sonogramm erfolgt eine Konsensentscheidung über die weitere Therapie. Möglichkeiten hierfür sind eine sofortige chirurgische Versorgung im OP. In diesem Fall ist der Verletzte noch transportfähig und wird auf direktem Weg in den OP eingeschleust. Sollte der Patient nicht mehr transportfähig sein, ist auch eine chirurgische Versorgung direkt im Schockraum möglich.

## **3.2 Bildgebung/Polytraumaspirale**

Für das Polytrauma MSCT stehen zwei Geräte zur Verfügung. Primär wird der Scan mit einem Siemens Somatom Definition Flash (128-Zeiler) durchgeführt. In den Jahren vor dessen Anschaffung wurde ein Siemens Somatom Sensation 16 verwendet. Dieser Apparat steht nach wie vor als Backup-Gerät zur Verfügung. Beide Computertomographen stehen in unmittelbarer Nähe zum Schockraum in zwei benachbarten Räumen.

Der Scan an sich wird wie folgt durchgeführt:

- Rückenlagerung des Patienten, Arme überkreuzt und eng am Körper gelagert,
- Topogramm Schädel,
- Zunächst CCT nativ (Spiral-CT) → Rekonstruktion axial, Schichtdicke 5 mm,
- Topogramm Körperspirale (Scanbereich Vertex bis unterhalb Leiste oder falls erforderlich auch nach caudal verlängerbar),
- Injektion von 120 ml Kontrastmittel (350 mg Iod/ml) mit einer Flussrate von 3 ml/sec, danach 30 ml NaCl-Bolus mit einer Flussrate von 3 ml/sec,
- Start des Scans nach 55 Sekunden (Scandelay).

Der so gewonnene Rohdatensatz wird wie folgend beschrieben rekonstruiert.

- Komplette Körperspirale: Multiplanare Rekonstruktionen (MPR) axial, Weichteilkernel und Weichteilfenster, Schichtdicke 5 mm
- Thorax MPR axial, Lungenfenster und Lungenkernel, Schichtdicke 5 mm
- HWS MPR sagittal, Knochenfenster und Knochenkernel, Schichtdicke 2 mm
- BWS/LWS MPR sagittal, Knochenfenster und Knochenkernel, Schichtdicke 3 mm
- Carotis maximum intensity projection (MIP, spezieller Rekonstruktionsalgorithmus für Gefäße) koronar, Weichteilfenster und Weichteilkernel, Schichtdicke 10 mm
- Carotis maximum intensity projection (MIP) axial, Weichteilfenster und Weichteilkernel, Schichtdicke 10 mm
- Schädel MPR axial, Weichteilfenster und Weichteilkernel, Schichtdicke 1 mm

### **3.3 Datenerfassung**

Die Erfassung der notwendigen Daten ist Aufgabe der „Polytraumastudenten“. Das Ziel dieser Medizinstudenten ist eine Dissertation basierend auf diesen Daten. Für die Dauer eines Jahres bilden vier Studenten ein Team. So kann durch einen Bereitschaftsplan eine nahezu lückenlose Abdeckung des ganzen Jahres erfolgen. Somit entfallen auf jeden Doktoranden 91 Bereitschaftstage à 24 Stunden.

Meine Mitstudenten waren von Dezember 2011 bis August 2012 Hans-Christoph Aigner, Flavia Ackermann und Gaby Schöberl. Im Zeitraum von August 2012 bis Dezember 2012 waren Konstanze Müncheberg, Wolfgang Parsch und Dominik Treffer meine Teampartner.

Grundsätzlich teilten wir die Bereitschaftszeiten immer wochenweise ein, beginnend und endend am Sonntagabend 20 Uhr. In dieser Woche hatte man durchgehend

Rufdienst und richtete sich so ein, dass bei Anruf durch das Personal der Notaufnahme ein Erreichen des Schockraums binnen 15 Minuten möglich war. Bei Terminen war eine stundenweise gegenseitige Vertretung vorgesehen.

Die Aufgabe im Schockraum beinhaltete die Dokumentation der Patientendaten, aller durchgeführten Maßnahmen, deren Ergebnisse, Vitalparameter und Besonderheiten inklusive Zeiten. Der Erfassungsbogen hierfür befindet sich in der Anlage 1. Nach etwa vier Wochen wurden die Akten, bzw. die im SAP elektronisch verfügbaren Dokumente der jeweiligen Patienten, durchgesehen und daraus die fehlenden Angaben bezüglich der endgültigen Diagnosen, Operationen und die Details des Intensivaufenthaltes erarbeitet. Die Auswertung erfolgte nach Anonymisierung mittels Zahlencode. Abschließend wurden die Daten in das Traumaregister der DGU eingegeben.

Darüber hinaus wurden weitere Parameter erhoben, denn in unserem Traumazentrum existiert eine Erweiterung des Datensatzes, der 310 zusätzliche Variablen umfasst und weitere, genauere Schlüsse auf die Versorgung von polytraumatisierten Patienten zulässt. Beispielsweise werden hier vom Notarzt bzw. der Anästhesie verabreichte Medikamente mit Dosierungen erfasst oder welche Maßnahmen (z.B. DK, ZVK, Thoraxdrainage) in den einzelnen Schockraumphasen durchgeführt wurden und wie lange diese dauerten. Einige dieser Werte, z.B. die Zeiten für die CT Untersuchung, wurde für diese Arbeit verwendet.


Des Weiteren erforderte die Fokussierung auf cerebrovaskuläre Verletzungen ein spezifischeres Vorgehen um diese Entität genau beschreiben zu können. So wurde bei den betroffenen Patienten eine erneute Durchsicht der klinikinternen Dokumentationssysteme bezüglich genauer Todesursachen, genauen Beschreibungen der Infarkte und Diagnosezeitpunkte durchgeführt.

### 3.4 Traumregister DGU ®

Die Daten basieren auf dem TraumaRegister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU). Dieses Register wurde 1993 installiert. Seitdem wurden bis zum Ende des Jahres 2012 122.672 Patienten aus 572 teilnehmenden Kliniken erfasst [3]. Dieses Register ist nicht nur ein Mittel zur internen und externen Qualitätssicherung, es dient auch zur Einstufung der Größe der Traumazentren und trägt ebenso zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und zur Vermeidung von Verkehrsunfällen bei [8]. Jedes Traumazentrum, das sich dem Traumanetzwerk DGU® angeschlossen hat, ist verpflichtet, seine schwerverletzten Patienten, auf die die Einschlusskriterien – Schockraumversorgung und anschließender Aufenthalt auf einer Intensivstation – zutreffen, im Traumaregister DGU® einzutragen [8].

Bei der Datenerfassung werden die Befunde der Patienten zu verschiedenen Zeiten dokumentiert.

Auf Seite 1 werden die Stammdaten des Patienten erfasst, sowie Daten der präklinischen Versorgung (Siehe Abb. 4). Die Seite 2 listet die

	<b>Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie</b> Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU	<b>1</b>	© DGU 03/2009
	S: Stammdaten (Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)		

<b>S: Stammdaten</b> (Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)	<b>Index</b> - - - - - 20 - - - - - Land    PLZ    Bundesland    Jahr    Patienten-ID
--	--

<b>Patient:</b>	Geburtsdatum    - - - - -	M <input type="checkbox"/> W <input type="checkbox"/>	
-----------------	---------------------------	---	--

<b>Unfall-Anamnese:</b>	Unfalldatum    - - - - - 20 - -	Unfallzeit    - - - - - Uhr	
-------------------------	---------------------------------	-----------------------------	--

<b>Ursache:</b> Unfall <input type="checkbox"/> V. a. Gewaltanwendung <input type="checkbox"/> V. a. Suizid <input type="checkbox"/>  <b>Trauma:</b> stumpf <input type="checkbox"/> penetrierend <input type="checkbox"/>  <b>ASA</b> vor Unfall gesund 1 <input type="checkbox"/> leichte Einschränkungen 2 <input type="checkbox"/> schwere system. Einschr. 3 <input type="checkbox"/> lebensbedr. Allgemeinzust. 4 <input type="checkbox"/>	<b>Unfallart:</b> <u>Verkehr:</u> PKW / LKW-Inssasse <input type="checkbox"/> Motorradfahrer <input type="checkbox"/> Fahrradfahrer <input type="checkbox"/> Fußgänger <input type="checkbox"/> andere (zug, Schiff,...) <input type="checkbox"/> <u>Sturz:</u> über 3 m Höhe <input type="checkbox"/> unter 3 m Höhe <input type="checkbox"/> <u>Sonstige:</u> Schlag (Gegenstand, Aut. ...) <input type="checkbox"/> Schuss <input type="checkbox"/> Stich <input type="checkbox"/> Anderer <input type="checkbox"/>
---	---

<b>Zeitpunkt A: Präklinik</b> (Erstbefund, Therapie)	<b>Alarmzeit</b> - - - - - Uhr <b>Eintreffen des Notarztes</b> - - - - - Uhr <b>Abfahrt vom Unfallort</b> - - - - - Uhr  <b>Transportmittel</b> bodengebunden mit NA <input type="checkbox"/> RTH <input type="checkbox"/> bodengebunden ohne NA <input type="checkbox"/> selbst / privat <input type="checkbox"/>
---	--

<b>Vitalzeichen</b>  RR systolisch    - - - - - mm Hg  Puls    - - - - - /min  Atemfrequenz    - - - - - /min  Sauerstoffsättigung (Sp O <sub>2</sub> )    - - - - - %	<b>Verletzungen (Verdachtsdiagnosen Notarzt)</b> <table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th></th> <th>keine</th> <th>leicht</th> <th>mittel</th> <th>schwer</th> </tr> <tr> <td>Schädel-Hirn</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Gesicht</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Thorax</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Abdomen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Wirbelsäule</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Becken</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Obere Extremitäten</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Untere Extremitäten</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Weichteile</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>		keine	leicht	mittel	schwer	Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	keine	leicht	mittel	schwer																																															
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																															

<b>Glasgow Coma Scale</b>  <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;"> <b>Augenöffnen</b>            ① spontan            ② Aufforderung            ③ Schmerz            ④ keine         </td> <td style="width: 33%;"> <b>Verbale Antwort</b>            ⑤ orientiert            ⑥ verwirrt            ⑦ inkohärent            ⑧ unverständlich            ⑨ keine         </td> <td style="width: 33%;"> <b>Motorische Antwort</b>            ⑩ Aufforderung            ⑪ gesteuert (Schmerz)            ⑫ ungesteuert (Schmerz)            ⑬ Beugereflexe            ⑭ Streckreflexe            ⑮ keine         </td> </tr> </table> Summe:    - - - - - +    - - - - - = GCS    - - - - -	<b>Augenöffnen</b> ① spontan ② Aufforderung ③ Schmerz ④ keine	<b>Verbale Antwort</b> ⑤ orientiert ⑥ verwirrt ⑦ inkohärent ⑧ unverständlich ⑨ keine	<b>Motorische Antwort</b> ⑩ Aufforderung ⑪ gesteuert (Schmerz) ⑫ ungesteuert (Schmerz) ⑬ Beugereflexe ⑭ Streckreflexe ⑮ keine	<b>Therapie bis zur Klinikaufnahme</b>  <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">           Kristalloide    - - - - - ml             Kolloide    - - - - - ml             hypertonische /            hyperosmolare            Lösungen    - - - - - ml         </td> <td style="width: 33%;">           Intubation    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>             Analgosedierung    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>            Herzmassage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>            Katecholamine    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>            Thoraxdrainage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> </td> <td style="width: 33%;"></td> </tr> </table>	Kristalloide    - - - - - ml  Kolloide    - - - - - ml  hypertonische / hyperosmolare Lösungen    - - - - - ml	Intubation    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  Analgosedierung    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Herzmassage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Katecholamine    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Thoraxdrainage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	
<b>Augenöffnen</b> ① spontan ② Aufforderung ③ Schmerz ④ keine	<b>Verbale Antwort</b> ⑤ orientiert ⑥ verwirrt ⑦ inkohärent ⑧ unverständlich ⑨ keine	<b>Motorische Antwort</b> ⑩ Aufforderung ⑪ gesteuert (Schmerz) ⑫ ungesteuert (Schmerz) ⑬ Beugereflexe ⑭ Streckreflexe ⑮ keine					
Kristalloide    - - - - - ml  Kolloide    - - - - - ml  hypertonische / hyperosmolare Lösungen    - - - - - ml	Intubation    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  Analgosedierung    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Herzmassage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Katecholamine    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Thoraxdrainage    nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>						

<b>Pupillengröße</b> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">rechts</td> <td style="width: 50%;">links</td> </tr> <tr> <td>eng <input type="checkbox"/></td> <td>eng <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>mittel <input type="checkbox"/></td> <td>mittel <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>weit <input type="checkbox"/></td> <td>weit <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	rechts	links	eng <input type="checkbox"/>	eng <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>	<b>Lichtreaktion</b> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">rechts</td> <td style="width: 50%;">links</td> </tr> <tr> <td>prompt <input type="checkbox"/></td> <td>prompt <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>träge <input type="checkbox"/></td> <td>träge <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>keine <input type="checkbox"/></td> <td>keine <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	rechts	links	prompt <input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>
rechts	links																
eng <input type="checkbox"/>	eng <input type="checkbox"/>																
mittel <input type="checkbox"/>	mittel <input type="checkbox"/>																
weit <input type="checkbox"/>	weit <input type="checkbox"/>																
rechts	links																
prompt <input type="checkbox"/>	prompt <input type="checkbox"/>																
träge <input type="checkbox"/>	träge <input type="checkbox"/>																
keine <input type="checkbox"/>	keine <input type="checkbox"/>																

<b>NACA-Index (I-VII):</b> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
---	--

<b>WWW.TRAUMAREGISTER.DE</b>
------------------------------

**Abbildung 4:** Seite 1 des Dokumentationsbogens der DGU [27]

**Abbildung 4:** Seite 1 des Dokumentationsbogens der DGU [27]

Abläufe und Befunde in der Notaufnahme auf (Siehe Abb. 5). Anschließend werden

die Eckdaten des Intensivaufenthaltes dokumentiert. Ferner findet auf dieser Seite (Seite 3) auch die Dokumentation des Abschlusses mit Outcome und Prognose statt (Siehe Abb. 6). Die Seiten 4 und 5 des Dokumentationsbogens dienen der Erfassung der Verletzungen inklusive AIS Code und der durchgeführten Operationen (Siehe Anlage). So werden über 100 Daten pro Patient erfasst. Anhand dieser Daten können verschiedene Scores, wie z.B. ISS, RISC Score, oder TRISS berechnet werden.

**Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie**  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU

2  
© DGU 03/2009

**Zeitpunkt B: Notaufnahme**  
(Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)

Index: \_\_\_\_\_

Eintreffen Datum: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_:\_\_\_\_ Uhr

Optionale klinische Zusatz-ID: \_\_\_\_\_

Zuverlegung aus anderem KH: ☐ nein ☒ ja ☐ Zeitpunkt A ☐ ja ☐ Zeitpunkt B

Wenn ja: Welche KH? \_\_\_\_\_ KH-Code: \_\_\_\_\_

<b>Vitalparameter + Atmung</b> RR systolisch _____ mm Hg Puls _____ /min Atemfrequenz (spontan) _____ /min Sauerstoffsättigung (Sp O <sub>2</sub> ) _____ % Bereits bei Ankunft intubiert? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> - wenn ja: FIO <sub>2</sub> _____ PaO <sub>2</sub> _____ mm Hg	<b>Diagnostik bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station</b> Sono-Abdomen: <input type="checkbox"/> durchgeführt <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ Röntgen Thorax: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ Röntgen Becken: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ Röntgen Wirbelsäule: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ CCT: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ CT-Ganzkörper: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ Rotem / Rotec: <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
<b>Glasgow Coma Scale</b> Augenöffnen: <input type="checkbox"/> spontan <input type="checkbox"/> orientiert <input type="checkbox"/> Aufforderung Verbale Antwort: <input type="checkbox"/> orientiert <input type="checkbox"/> geistl. (Schmerz) <input type="checkbox"/> unverständlich Motorische Antwort: <input type="checkbox"/> geistl. (Schmerz) <input type="checkbox"/> unverständlich Summe: _____ = GCS _____	<b>Labor bei Aufnahme</b> Hb: _____ g/dl INR: _____ Thrombozyten: _____ /µl BE (+/-): [ ] mmol/l TPZ (Quick): _____ % Laktat: _____ mmol/l PTT: _____ sec Temperatur: _____ °C
<b>Pupillengröße</b> rechts: <input type="checkbox"/> eng <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> weit links: <input type="checkbox"/> eng <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/> weit <b>Lichtreaktion</b> rechts: <input type="checkbox"/> prompt <input type="checkbox"/> träge <input type="checkbox"/> keine links: <input type="checkbox"/> prompt <input type="checkbox"/> träge <input type="checkbox"/> keine	<b>Erster operativer Notfallereignis:</b> <input type="checkbox"/> Craniotomie (dekompressive Craniotomie) <input type="checkbox"/> Thorakotomie (ohne Thoraxdrainage/Mini-Thorakotomie) <input type="checkbox"/> Laparotomie <input type="checkbox"/> Revascularisation <input type="checkbox"/> Embolisation <input type="checkbox"/> Stabilisierung Becken <input type="checkbox"/> Stabilisierung Extremität <b>Beginn der OP:</b> ____:____ <b>Schnitt:</b> ____:____
<b>Weiterversorgung</b> SR-Diagnostik regulär beendet? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> - wenn ja: Weiterverlegung: Früh-OP <input type="checkbox"/> Intensiv <input type="checkbox"/> andere(s) <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ - wenn nein: Abbruch wegen: Not-OP <input type="checkbox"/> sonstiges <input type="checkbox"/> Uhrzeit: ____:____ Kompletzierung der Diagnostik vor ICU? <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	<b>Therapie bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station</b> Kristalloide _____ ml Kolloide _____ ml Hyperonk. / Hyperosmol. Lösung _____ ml Blut _____ EKE FFP / Frischplasma _____ Einheiten Thrombozyten _____ Einheiten Intubation <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Herzmassage <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Katecholamine <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Thoraxdrainage <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Embolisation <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Akute externe Frakturstabilisierung (außerhalb des OP) <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
<b>Hämostase – Therapie</b> rFVIIa <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Fibrinogen <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> PPGB <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> andere hämost. Medikamente <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Antifibrinolytika <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	

**Abbildung 5: Seite 2 des Dokumentationsbogens der DGU [27]**

Diese fünf Seiten wurden von uns Dokumentationsassistenten mit den Daten aus dem Schockraum und den Ergebnissen der Aktendurchsicht ausgefüllt. Nach Abschluss der Datenerfassung wurde jeder Patient durch Dr. med. Antonio Ernstberger und Dr. med. Stephan Rath evaluiert und wenn nötig korrigiert. Somit kann eine gleichbleibend hohe Datenqualität in unserem Traumazentrum erreicht werden.

Zur differenzierten Analyse des Patientenkollektivs wurden folgende Variablen aus dem Katalog des Traumaregisters herangezogen:

- Alter,
- Beatmungsdauer,
- CCT,
- Dauer des Intensivaufenthaltes,
- Geschlecht,
- GCS,
- GOS,
- ISS: gruppiert in Alle,  $ISS \geq 16$ ,  $ISS \geq 25$ ,
- Liegedauer im Krankenhaus,
- MSCT,
- NISS,
- RISC-Score,
- TRISS-Score,
- Tod im Krankenhaus,
- Verletzungsmechanismus (PKW/LKW - Insasse, Motorradfahrer, Fußgänger, Fahrradfahrer, Sturz >3 m, Sturz <3 m),
- Zuverlegung.

Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie  
Erhebungsbogen für das TraumaRegister DGU

3  
© DGU 03/2009

Zeitpunkt C: Intensivstation  
(Aufnahmebefund, Verlauf)

Index: Land: PLZ: Bundesland: Jahr: Patienten-ID:

Eintreffen: Datum: 20. Uhrzeit: Uhr

SAPS II – Score (1. Tag): Punkte

Organversagen (SOFA-Score > 2)

1. Atmung	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
2. Koagulation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
3. Leber	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
4. Herz-Kreislauf	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
5. ZNS	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
6. Niere	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

MOV: nein ☐ ja ☐

Sepsis: nein ☐ ja ☐

Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie

Intensivtage: nein ☐ ja ☐ Tage

Dauer mech. Beatmung: nein ☐ ja ☐ Tage

Labor bei Aufnahme

Hb: g/dl INR: ☐

Thrombozyten: / $\mu$ l BE (+/-) [ ] mmol/l

TPZ (Quick): % Laktat: mmol/l

PTT: sec Temperatur: °C

Therapie

FFP: Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme

EK: Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme

Nierensatzverfahren: nein ☐ ja ☐

Hämostase – Therapie

rFVIIa: nein ☐ ja ☐

PPSB: nein ☐ ja ☐

Antifibrinolytika: nein ☐ ja ☐

Fibrinogen: nein ☐ ja ☐

andere hämost. Medikamente: nein ☐ ja ☐

Zeitpunkt D: Abschluss (1) (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)

Datum: 20. Uhrzeit: Uhr

☐ verstorben

☐ überlebt

Entlassung/Verlegung

nach Hause: ☐

Reha-Klinik: ☐

Krankenhaus: ☐ Welches KH:

sonstiges: ☐

Glasgow Outcome Scale

gut erholt: 5 ☐

mäßig behindert: 4 ☐

schwer behindert: 3 ☐

nicht ansprechbar: 2 ☐

(Nur für Deutschland)

DRG-Nr.:

Aufwandpunkte Intensivmedizin:

Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse

☐ keine

☐ Herzinfarkt

☐ Lungenembolie

☐ Tiefe Beinvenenthrombose

☐ Apoplex

☐ Andere thromboembolische Ereignisse

Bestand Thromboseprophylaxe: nein ☐ ja ☐

**Abbildung 6:** Seite 3 des Dokumentationsbogens der DGU [27]

Des Weiteren wurden für die Patienten mit Carotisdissektion die dokumentierten Diagnosen aus dem Traumaregister entnommen.

## 3.5 Variablenübersicht einzeln

### Alter

Das Alter der Patienten wurde bei der Aufnahme festgestellt und in ganzen Jahren angegeben.

### Andere Gefäßverletzungen

Die im Traumaregister erfassten Diagnosen aller Patienten wurden nach Gefäßverletzungen durchsucht. Diese Daten wurden dem Entlassbrief der jeweiligen Behandelten entnommen. Es erfolgte auch eine Kontrolle weiterer Dokumente (z.B. Abschlussbericht der Intensivstation, Verlegungsberichte der einzelnen Stationen), um wirklich alle traumabedingten Diagnosen zu erfassen. Folgende Gruppen wurden gebildet. Carotisverletzung, Vertebralisverletzung, Aortenverletzung, Nierenarterienverletzung, Verletzung der A. iliaca. Daraufhin wurde das Vorhandensein weiterer Gefäßverletzungen bei Patienten mit Carotisverletzungen überprüft.

### Begleitverletzungen

Bei den 26 Patienten mit Carotidisdissektion und  $ISS \geq 16$  wurden die im Traumaregister erfassten Diagnosen durchgesehen und strukturiert. Es wurden verschiedene Verletzungsgruppen mit bestimmten Untergruppen gebildet.

- **Mittelgesichtsverletzungen:** nicht vorhanden/ vorhanden AIS 1/  
vorhanden AIS 2/ Vorhanden AIS 3/  
vorhanden AIS 4/ vorhanden AIS 5
- **Frakturen der Halswirbelsäule:** nicht vorhanden/ vorhanden/ instabil/  
Luxation-Subluxation/  
Querfortsatzfraktur/ Bogenfraktur

- **Schädelbasisfrakturen:** nicht vorhanden/ vorhanden/  
Condylenfraktur
  
- **Diffuses axonales Trauma:** nicht vorhanden/ vorhanden
  
- **Mandibulafrakturen:** nicht vorhanden/ vorhanden
  
- **Thoraxtrauma:** nicht vorhanden/ vorhanden AIS 2-3/  
vorhanden AIS 4-5
  
- **Schädel-Hirn-Trauma:** nicht vorhanden/ vorhanden AIS 2-3/  
vorhanden AIS 4-5
  
- **Abdominaltrauma:** nicht vorhanden/ vorhanden AIS 1/  
vorhanden AIS 2/ vorhanden AIS 3/  
vorhanden AIS 4/ vorhanden AIS 5

Diese Auswahl der Verletzungen orientiert sich an den Screeningkriterien der Arbeitsgruppen aus Denver und Memphis [28–30]. Somit ist es uns auch möglich anzugeben, wie viele Patienten diese Screeningkriterien nicht erfüllen und somit bei strikter Einhaltung der Screeningkriterien übersehen werden.



## CCT

Hierunter wurde in dichotomer Weise erfasst, ob eine Computertomographie des Schädels durchgeführt wurde.

## Geschlecht

Das Geschlecht wurde bei der Aufnahme festgestellt.

## GCS am Unfallort

Der Glasgow Coma Scale (GCS) dient als Maß der Bewusstseinslage. Die maximale Punktzahl 15 entspricht dem Normalzustand. Je geringer die Punktzahl, desto eingeschränkter wird die Bewusstseinslage. Die minimale Punktzahl beträgt drei und beschreibt ein tiefes Koma. Parameter dieser Erhebung sind [31,32]:

Augen öffnen:	spontan	4
	auf Ansprache	3
	auf Schmerzreiz	2
	keine Reaktion	1
Verbale Reaktion:	orientiert	5
	desorientiert	4
	unzusammenhängende Worte	3
	unverständliche Laute	2
	keine Reaktion	1
Motorische Reaktion:	auf Aufforderung	6
	gezielt auf Schmerz	5
	ungezielt auf Schmerz	4
	Beugung auf Schmerz	3
	Streckung auf Schmerz	2
	keine Reaktion	1

Der GCS wurde vom Notarzt erhoben und im Notarztprotokoll dokumentiert und bei der Übergabe im Schockraum berichtet.

## Glasgow Outcome Scale (GOS)

1975 wurde der „Glasgow Outcome Scale“ von Jennett und Bond vorgestellt. Er dient zur objektiven Kategorisierung des Outcomes nach cerebralen Verletzungen. Dazu dienen die folgenden fünf Punkte [33,34]:

- **Tod**
- **Persistierend vegetativer Zustand:** Patient nicht kontaktierbar, vorhandene Spontanatmung, kann Schlucken
- **Schwer behindert:** Der Patient ist von einer 2. Person abhängig, um alltägliche Dinge zu erledigen (z.B. essen, waschen, anziehen, gehen).
- **Leicht behindert:** Dies beschreibt Behinderungen, die den Patienten bei Dingen des alltäglichen Lebens beeinträchtigen, diese aber selbstständig durchgeführt werden können.
- **Gut erholt:** Rückkehr zum normalen Leben ist möglich, es können aber noch kleinere funktionelle und psychische Beschwerden vorhanden sein.

## Infarkte

Bei der Durchsicht der Patientendokumente wurden neurologische Komplikationen erfasst. Es wurden alle Arztbriefe von der Aufnahme nach dem Trauma bis zum Entlassbrief durchgearbeitet. Hier wird angegeben, ob bei einem Patienten ein cerebraler Infarkt diagnostiziert oder ein fokalneurologisches Defizit festgestellt wurde.

## ISS

Dem „Injury **S**everity **S**core“ (ISS) zugrunde liegt der „**A**bbreviated Injury **S**cale“ (AIS) [35,36]. Der AIS ist ein Codierungssystem, das Einzelverletzungen bezüglich ihres Letalitätsrisikos bewertet [36]. Somit dient dieses Klassifikationssystem der Einordnung und der Beschreibung des Schweregrades von Verletzungen. Die derzeit

gültige Fassung ist der AIS2008 [36]. Über die AIS ID werden die Verletzungen neun festgelegten Körperregionen zugeordnet und über den AIS-Code wird die Schwere derselben verschlüsselt. Dabei bedeutet 1 eine leichte Verletzung und 6 eine nicht überlebende (siehe Tabelle 1 und 2).

**Tabelle 1:** AIS-Codierung der Körperregionen nach AIS 2008 (Aus [36]).

AIS ID	Körperregion (in engl.)	Körperregion (in dt.)
1	Head	Kopf (ohne Gesicht und Gesichtsschädel)
2	Face	Gesichtsschädel und Gesicht (einschließlich Ohren und Augen)
3	Neck	Hals (ohne Rückenmark)
4	Thorax	Brustkorb
5	Abdomen	Bauchraum
6	Spine	Rückenmark
7	Upper extremity	Arme (einschließlich Schulter)
8	Lower extremity	Beine (einschließlich Hüfte und Beckenknochen)
9	External and other trauma	Äußere und andere Verletzungen

**Tabelle 2:** Schweregradeinteilung der AIS (Aus [36]).

AIS Code	Wertung der Verletzung (in engl.)	Wertung der Verletzung (in dt.)
1	Minor	Gering
2	Moderate	Mäßig
3	Serious	Schwer
4	Severe	Sehr schwer
5	Critical	Kritisch
6	Maximum	Maximal, nach momentanem Stand nicht überlebbar
9	Not further specified	Unbekannt ob verletzt

Der ISS trifft eine Aussage über die Schwere der Gesamtverletzung. Hierfür werden die AIS-Werte der Einzelverletzungen zusammengeführt. Der ISS bezieht sich allerdings auf die Körperregionen des AIS-76. Deshalb stimmen die für den ISS ausschlaggebenden Körperregionen nicht mit dem AIS 2008 zusammen und müssen wie folgt (Tab. 3) umkodiert werden [36].

**Tabelle 3:** AIS-Codierung der Körperregionen nach AIS 76 (Aus [37]).

AIS ID	Körperregion (in engl.)	Körperregion (in dt.)
1	Head and Neck	Kopf und Nacken (ohne Gesicht und Gesichtsschädel)
2	Face	Gesichtsschädel und Gesicht (einschließlich Ohren und Augen)
3	Chest	Thorax einschließlich Brustwirbelsäule
4	Abdomen or Pelvic Contents	Abdomen oder Organe im kleinen Becken, einschließlich Lendenwirbelsäule
5	Extremities or Pelvic Girdle	Extremitäten einschließlich Schulter und Beckengürtel
6	External	Haut/Weichteile

In die Berechnung des ISS gehen die drei am schwersten verletzten Körperregionen ein. Die entsprechenden höchsten AIS Punktwerte werden quadriert und anschließend zur Berechnung des ISS summiert. Die maximale Punktzahl beträgt 75 ( $3 \times 5^2$ ). Wenn ein Patient eine tödliche Verletzung mit AIS 6 aufweist, erhält er die maximale Punktzahl 75 [35,36].

Der ISS, als Zahlenwert zwischen 1 und 75, ist somit ein Maß für die Verletzungsschwere bei Mehrfachverletzten.

## NISS

Der „New Injury Severity Score“ bezieht sich genauso wie der ISS auf das AIS System (siehe Tab. 1-3, Seite 34-35). Allerdings erfolgt die Berechnung des Scores auf eine andere Art und Weise. Es werden die drei schwersten Verletzungen, also die drei höchsten AIS Werte, verwendet. Dies geschieht vollkommen unabhängig von den Körperregionen [38].

Diese Zahlenwerte werden quadriert und summiert. Somit ergibt sich der NISS als Zahlenwert zwischen 1 und 75 und ist ebenso wie der ISS ein Maß für die Verletzungsschwere [38].

Der NISS berücksichtigt dabei allerdings eine schwere Mehrfachverletzung in einer Körperregion stärker als der ISS.

## Mortalität

Hier wird angegeben, ob ein Patient im Krankenhaus verstorben ist oder nicht.

Bei den Patienten mit Carotidisdissektion wurden sämtliche Arztbriefe und weitere Dokumente durchgesehen um die todesursächliche Verletzung identifizieren zu können.

## MSCT - Polytrauma

Hierbei wurde in dichotomer Weise erfasst, ob ein Ganzkörper-CT nach einem standardisierten, oben beschriebenen, Protokoll durchgeführt wurde.

## RISC

Der „Revised Injury Severity Classification (RISC) Score“ wurde ausgehend von Daten des Traumaregisters der DGU entwickelt. Er soll die Überlebenswahrscheinlichkeit in der jeweiligen Traumasituation vorhersagen [39]. Der RISC stützt sich sowohl auf Verletzungsmuster, als auch auf Vitalparameter. [39–41]

### **Alter**

- $\geq 55$  Jahre: -1,0 Punkte
- $\geq 65$  Jahre: -2,0 Punkte
- $\geq 75$  Jahre: -2,3 Punkte

### **New ISS**

- 0,3 Punkte pro ISS-Punkt

### **Schwere des Schädel-Hirn-Traumas**

- -0,5 Punkte für AIS 4
- -1,8 Punkte für AIS 5/6

### **Beckentrauma**

- mit erheblichem Blutverlust (AIS 5): -1,0 Punkte

### **Bewusstlosigkeit am Unfallort**

- -0,9 Punkte für GCS (Glasgow Coma Scale) 3-5

### **Reanimation präklinisch**

- -2,5 Punkte

### **Base excess (BE)**

- -0,8 Punkte für BE < - 9 mmol/l
- -2,7 Punkte für BE < -20 mmol/l

### **Partielle Thromboplastin Zeit (PTT)**

- -0,8 Punkte für PTT 40 - 49s
- -1,0 Punkte für PTT 50 – 79s
- -1,2 Punkte für PTT ≥ 80s

### **Indirekte Zeichen für Blutung**

- Systolischer Blutdruck < 90 mmHg
- Hämoglobin < 9 mg/dl
- Massentransfusion mit > 9 Erythrozytenkonzentraten

- -0,4 Punkte bei einem o. g. Zeichen
- -0,8 Punkte bei zwei o. g. Zeichen
- -1,6 Punkte bei allen drei o. g. Zeichen

Der RISC berechnet sich nun wie folgt: [41]

- Subtraktion der Punkte von der Konstante 5.

Dieser Wert wird im Folgenden als  $x$  eingesetzt.

**$X = 5 - \text{Anzahl der Punkte}$**

- Mit Hilfe der logistischen Funktion  **$P = 1/(1 + \exp(-x))$**  wird eine Zahl zwischen 0 und 1 generiert.

Dieser Wert beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Überlebens.

$X = 0$  entspricht 50 %,  $x > 0$  bedeutet eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit, während  $x < 0$  eine geringere Überlebenswahrscheinlichkeit bedeutet.

## Standardized Mortality Ratio (SMR)

Die Standardized Mortality Ratio ist der Quotient aus tatsächlicher und prognostizierter Letalität. Für die Prognose der Letalität wurde hier der RISC verwendet. Somit errechnet sich die SMR aus beobachteter Letalität geteilt durch den RISC. Werte  $> 1$  bedeuten, dass mehr Behandelte versterben als durch den RISC prognostiziert. Hierbei erfolgt also eine Standardisierung der Letalität. Auf diese Weise werden Faktoren, wie unterschiedliche Verletzungsschweren oder Alter der Patienten, ausgeklammert [40].



## TRISS

Der Trauma and Injury Severity Score (TRISS) wurde in den 1980er Jahren als Prognosetool entwickelt. Er soll dabei helfen, das Outcome von Traumapatienten vorauszusagen, die Verletzungsschwere in Kollektiven zu beschreiben und als Mittel des Qualitätsmanagements Krankenhäuser zu vergleichen und Mortalitätsraten zu verifizieren [42].

Dazu stützt er sich auf folgende Patientendaten [42,43]:

- Alter
- Unfallmechanismus (penetrierend/stumpf)
- ISS
- Revised Trauma Score (RTS)

In den Revised Trauma Score (RTS) gehen die Atemfrequenz, der systolische Blutdruck und der Glasgow Coma Scale (GCS) ein. Diese Werte werden dafür mit spezifischen Koeffizienten gewichtet. Diese wurden basierend auf der Major Trauma Outcome Study (MTOS) in den USA entwickelt [42,43].

Somit ergibt sich folgende Formel für den TRISS [43]:

$$b = \alpha_i + \beta_{\text{Alter},i} \times \text{Alter} + \beta_{\text{RTS},i} \times \text{RTS} + \beta_{\text{ISS},i} \times \text{ISS}$$

$\alpha_i$  ist eine Konstante für den jeweiligen Unfallmechanismus (penetrierend/stumpf).

$\beta_{\text{Alter},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit des Alters und des Unfallmechanismus.

$\beta_{\text{RTS},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit des RTS und des Unfallmechanismus.

$\beta_{\text{ISS},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit des ISS und des Unfallmechanismus.

Durch einsetzen des RTS erhält man folgende Gleichung:

$$b = \alpha_i + \beta_{\text{Alter},i} \times \text{Alter} + \beta_{\text{AF},i} \times \text{AF} + \beta_{\text{RR},i} \times \text{RR} + \beta_{\text{GCS},i} \times \text{GCS} + \beta_{\text{ISS},i} \times \text{ISS}$$

$\beta_{\text{AF},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit der Atemfrequenz (AF) und des Unfallmechanismus.

$\beta_{\text{RR},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit des systolischen Blutdrucks (RR) und des Unfallmechanismus.

$\beta_{\text{GCS},i}$  ist ein Koeffizient in Abhängigkeit des GCS und des Unfallmechanismus.

Die Funktion  $P_s = 1/(1 + \exp(-b))$  überführt nun den oben berechneten Wert  $b$  in einen solchen, der für die Überlebenswahrscheinlichkeit des Patienten steht [43].

## Unfallhergang

Der Unfallhergang wurde bei der Übergabe durch den Notarzt aus dessen Schilderung der Situation, bzw. durch das Notarztprotokoll festgestellt. Es erfolgt die Unterscheidung in PKW-/LKW-Insasse, Motorradfahrer, Fahrradfahrer, Fußgänger angefahren, Sturz > 3m, Sturz < 3m und Sonstiges.

## Zeit Aufnahme bis CT Ende

Diese Zeit beschreibt die Dauer der Schockraumphase I und die des Ganzkörper-CTs in Minuten. Bei der Auswertung dieser Variablen wurden die Patienten, die nur ein CCT oder gar kein CT bekommen haben ausgeschlossen. Daraus ergeben sich die durchschnittlichen Werte für das Standardvorgehen bei Polytrauma. Diese wurden dem Regensburger Datensatz entnommen und finden sich nicht im Traumaregister.

## Zeit CT

Diese Zeit beschreibt die Dauer der Ganzkörper-CT-Untersuchung bei Polytraumata. Die Zeitspanne beginnt mit der Abfahrt aus dem Schockraum, schließt die Umlagerung auf den CT-Tisch mit ein und endet mit dem erfolgreichen Abschluss des Rohdatensatzes. Zu diesem Zeitpunkt ist das CCT meist schon rekonstruiert und teilweise evaluiert. Bereits bei Gewinnung des Rohdatensatzes wird versucht im Real-time Bild größere Verletzungen abzuschätzen. D.h. die Befundung hat schon während der Gewinnung des Rohdatensatzes begonnen, bzw. kann sofort anschließend gestartet werden. Bei der Auswertung dieser Variablen wurden ebenfalls die Patienten, die nur ein CCT oder gar kein CT bekommen haben, ausgeschlossen. So ergeben sich die durchschnittlichen Werte für das Standardvorgehen bei Polytrauma. Diese wurden dem Regensburger Datensatz entnommen und finden sich nicht im Traumaregister.

## Zuverlegung

Hierunter fallen alle Patienten, die vor der Aufnahme in unserem Traumazentrum wegen dieses Traumas in einem anderen Krankenhaus behandelt und im Folgenden zu uns verlegt wurden. Der Einzugsbereich unseres Traumazentrums erstreckt sich aufgrund der infrastrukturellen Gegebenheiten in Ostbayern an einigen Stellen auf mehrere hundert Kilometer (von Weiden bis Passau und von Ingolstadt bis zur tschechischen Grenze).

### 3.6 Statistik

Die statistische Analyse der Daten erfolgte mit SPSS 20.

Häufigkeiten werden hierbei in Prozent angegeben, quantitative Variablen mit Mittelwert und Standardabweichung ( $\pm$ ) beschrieben.

Beim Vergleich zweier Gruppen wurde bei quantitativen Variablen der T-Test sowie der Mann-Whitney-U-Test verwendet.

Mit dem  $\chi^2$ -Test, bzw. dem exakten Test nach Fischer, wurde bei qualitativen Variablen geprüft.

Als signifikant wurden p-Werte  $< 0,05$  angenommen.

## **4 Ergebnisse**

### **4.1 Überblick über die Studienpopulation**

396 der 543 erfassten Patienten hatten einen ISS  $\geq 16$ . Diese 396 Verunfallten werden, bis auf die Auswertung der Inzidenz der Carotidisdissektion, der Inzidenz der Vertebralisdissektion, des ISS und des NISS, als Grundgesamtheit verwendet.

Der Altersdurchschnitt der Grundgesamtheit aller Patienten mit ISS  $\geq 16$  lag bei  $38,8 \pm 20,7$  Jahren. Dabei betrug der Anteil der Frauen 28,5 %, der der Männer 71,5 %.

Der mittlere ISS als Maß der Verletzungsschwere lag bei  $32,6 \pm 13,8$  Punkten. Der mittlere TRISS-Score betrug  $69,5 \pm 34,8$  %, der mittlere RISC-Score  $24,7 \pm 30,3$  %. Insgesamt sind 18,9 % der Verletzten im Krankenhaus verstorben.

Die Analyse des Unfallmechanismus ergab: PKW/LKW-Insassen 35,6 %, Motorradfahrer 17,7 %, Fahrradfahrer 5,1 %, Fußgänger 7,1 %, Sturz > 3 m 15,2 %, Sturz < 3 m 6,8 % und Sonstiges 12,5 %.

### **4.2 Inzidenz der Carotisverletzung in verschiedenen ISS Gruppen**

Die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter allen 543 aufgenommenen Patienten lag bei 5,0 %, bei der Gruppe ISS  $\geq 16$  (396 Patienten) konnte eine Häufigkeit von 6,6 % festgestellt werden. Bei Fällen mit ISS  $\geq 25$  (264 Patienten) fanden wir eine Häufigkeit von 9,1 % (siehe Tab. 4).

**Tabelle 4** zeigt die Inzidenz der Carotidisdissektion in verschiedenen ISS Gruppen.

	Ja	Ja	Nein	Nein	Gesamt
	n	%	n	%	n
Alle Pat.	27	5,0	516	95,0	543
ISS $\geq 16$	26	6,6	370	93,4	396
ISS $\geq 25$	24	9,1	240	90,9	264

Allerdings besteht bei dieser Art der Betrachtung die Gefahr, dass der AIS der Carotidisdissektion (3 für Carotidisdissektion und 4 für Carotisverschluss) den ISS entscheidend beeinflusst.

In unserem Kollektiv fanden wir heraus, dass bei 16 Fällen (59,3 %) der AIS der Carotidisdissektion nicht in die Berechnung des ISS einging, da schwerwiegendere Verletzungen mit höheren AIS-Punktwerten ausschlaggebend waren.

Bei elf Patienten (40,7 %) geht der AIS der Carotidisdissektion in die Berechnung des ISS ein. Rechnet man bei diesen Personen bei einer hypothetischen Neuberechnung des ISS die AIS-Punkte der Carotidisdissektion nicht mit ein, sondern berechnet nur die anderen Verletzungen, so kann man feststellen, dass sich alle absoluten ISS Werte dieser elf Patienten verringern. Betrachtet man die vorher eingeführten ISS-Gruppen und deren Grenzwerte, so fallen bei sieben Behandelten, die eigentlich einen ISS  $\geq 25$  hatten, Werte unter 25 auf. Jedoch fällt dabei niemand auf Werte  $\leq 16$  ab.

Somit bedingt der AIS der Carotidisdissektion, bzw. deren Folgen in 7 von 24 Fällen (25,9 %) die ISS Eingruppierung in die Gruppe ISS  $\geq 25$ .

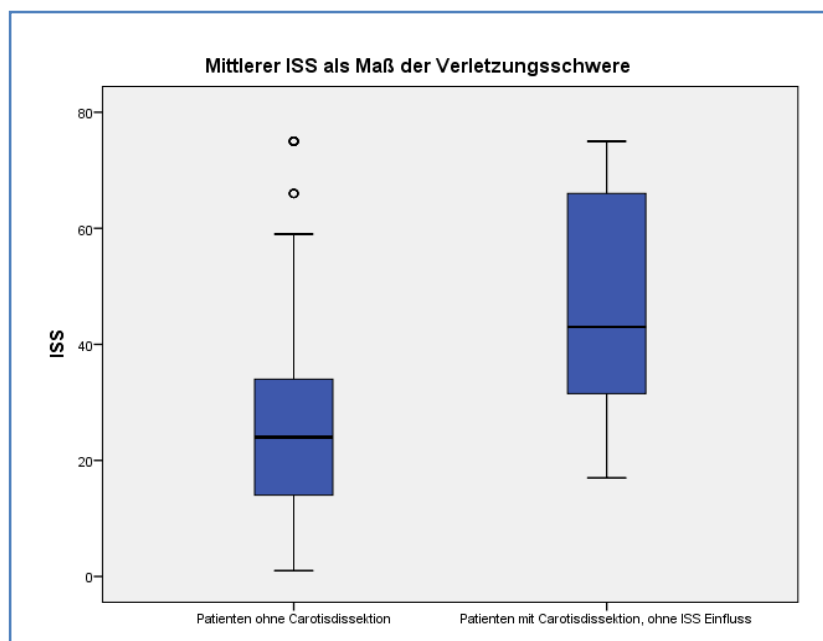
Bei allen anderen Patienten ist die Eingruppierung unabhängig vom AIS der Carotidisdissektion und der dadurch bedingten cerebralen Ischämien.

### 4.3 ISS/ Mittlere Verletzungsschwere

Betrachtet man die oben genannten 16 Patienten, bei denen der ISS nicht durch den AIS der Carotidisdissektion beeinflusst wird und vergleicht nun die durchschnittlichen ISS Werte mit der Gruppe ohne Carotidisdissektion, so zeigen sich in der Gruppe der Carotidisdissektionen signifikant höhere ISS-Werte (vgl. Tab. 5). Folglich sind diese im Mittel schwerer verletzt. Dies zeigt sich sowohl im Vergleich der Mittelwerte zwischen allen 543 Patienten, als auch im Vergleich zwischen den 396 Fällen mit  $ISS \geq 16$  mit der oben beschriebenen Gruppe (vgl. Tab. 6).

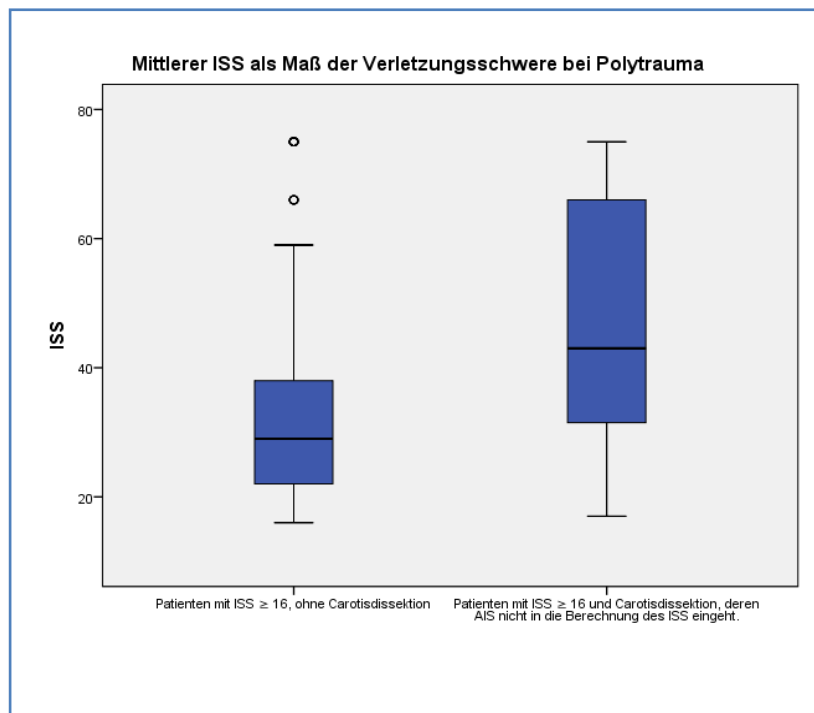
**Tabelle 5** und **Abbildung 7** zeigen einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen Patienten ohne Carotidisdissektion und Patienten mit Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion, kein ISS Einfluss
Anzahl	516	16
Mittelwert	25,51	47,5
Standardabweichung	15,15	19,47
p		$\leq 0,000$



**Tabelle 6** und **Abbildung 8** zeigen einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit  $ISS \geq 16$  und Patienten mit  $ISS \geq 16$  und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.

	Patienten ohne Carotidisdissektion und $ISS \geq 16$	Patienten mit Carotidisdissektion, kein ISS Einfluss und $ISS \geq 16$
Anzahl	370	16
Mittelwert	31,78	47,5
Standardabweichung	13,23	19,47
p		$\leq 0,006$





## 4.4 NISS

Alle 27 Patienten mit Carotidisdissektion hatten einen NISS  $\geq 16$ .

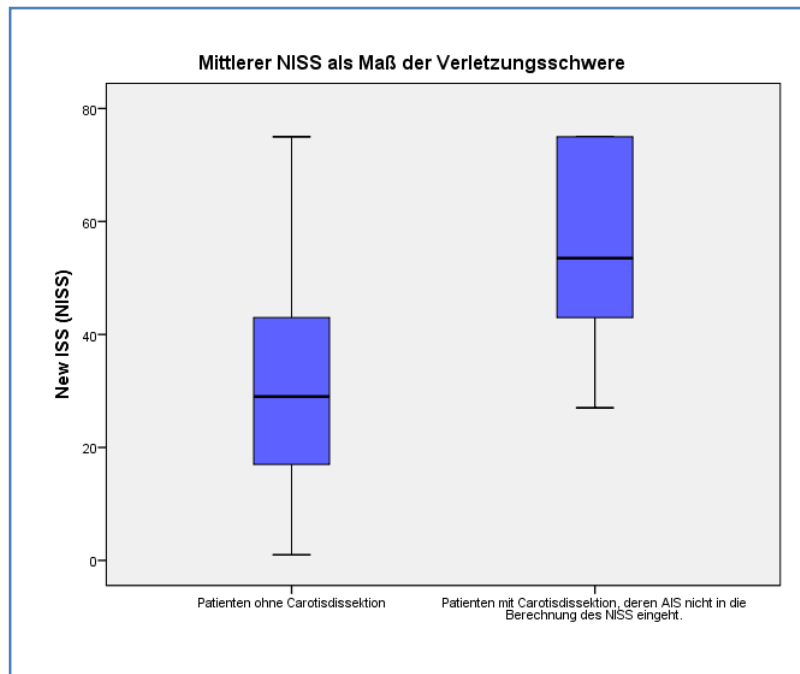
24 der 27 Fälle (88,9 %) hatten einen NISS  $\geq 25$ .

Bei der genaueren Betrachtung des NISS fiel auf, dass der AIS der Carotidisdissektion oder deren Folgen bei 13 Patienten (48,1 %) in die Berechnung mit einging. Somit würde bei diesen 13 Personen bei der oben genannten hypothetischen Neuberechnung analog dem ISS der NISS niedriger ausfallen. Allerdings fallen dabei nur 2 Patienten unter die NISS  $\geq 25$  Grenze. Somit sind 22 der 24 Behandelten (91,7 %) mit NISS  $\geq 25$  richtig und unabhängig von dem AIS der Carotidisdissektion eingruppiert.

**Tabelle 7** zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen Patienten ohne Carotidisdissektion und Patienten mit Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat.

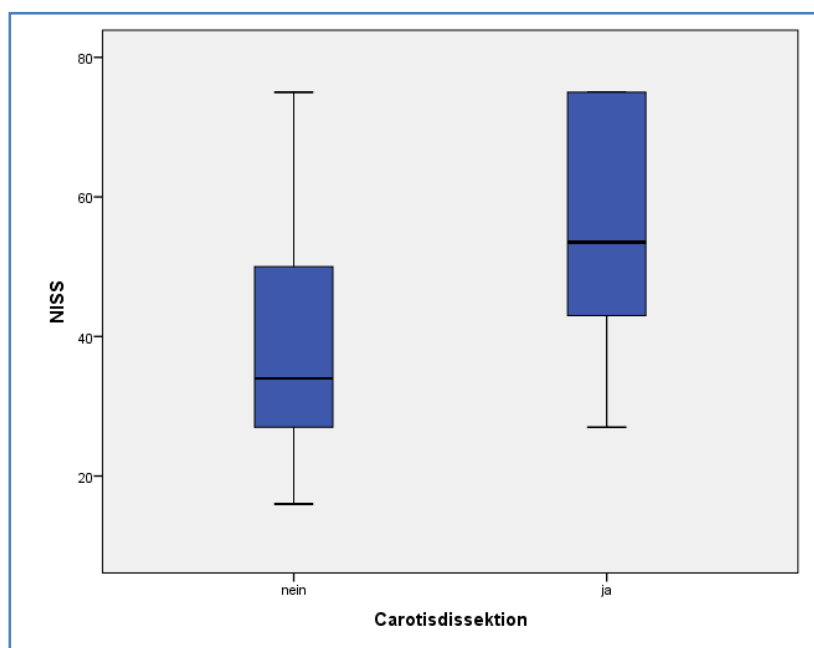
	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion, kein NISS Einfluss
Anzahl	516	14
Mittelwert	31,69	54,71
Standardabweichung	18,13	17,80
p		$\leq 0,000$

**Abbildung 9** zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen Patienten ohne Carotidisdissektion und Patienten mit Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat.



**Tabelle 8 und Abbildung 10** zeigen einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit  $ISS \geq 16$  und Patienten mit  $ISS \geq 16$  und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat.

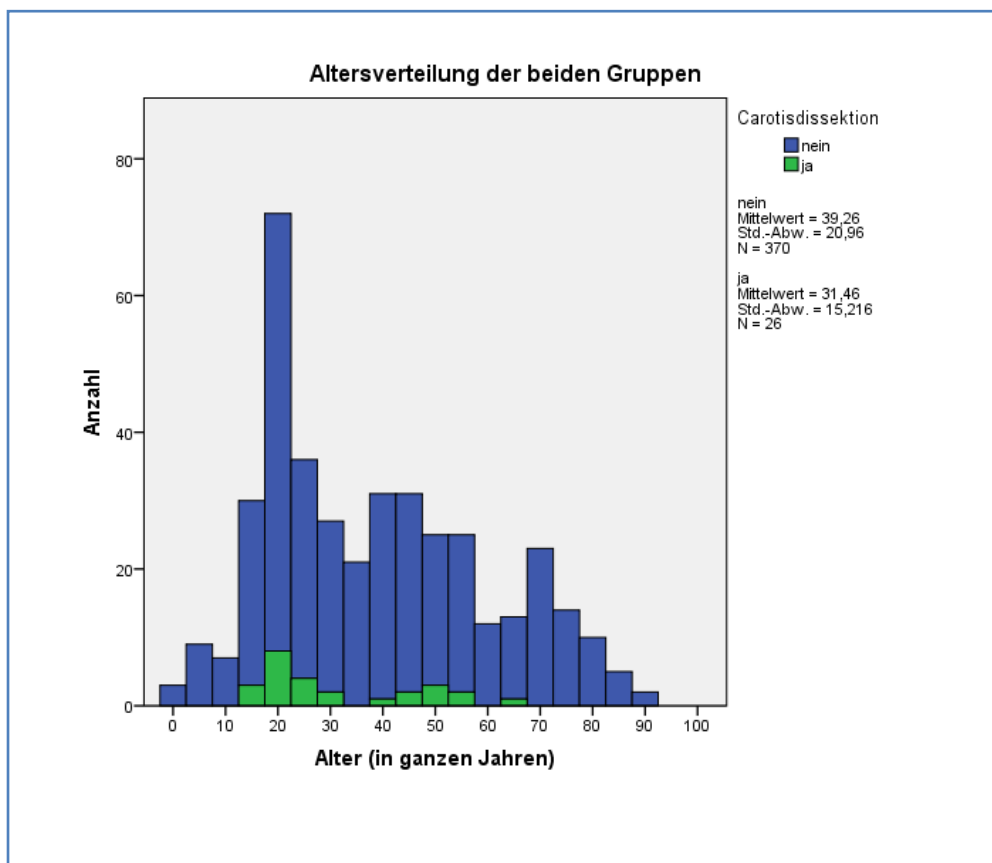
	Patienten ohne Carotidisdissektion und $ISS \geq 16$	Patienten mit Carotidisdissektion, kein NISS Einfluss und $ISS \geq 16$
Anzahl	370	14
Mittelwert	39,25	54,71
Standardabweichung	15,56	17,80
p		$\leq 0,002$



## 4.5 Epidemiologie

Das Durchschnittsalter der Patienten mit Carotidisdissektion betrug  $31,5 \pm 15,2$  Jahre und ist somit niedriger als das in der Gruppe ohne derartige Verletzung ( $39,3 \pm 21,0$  Jahre). Bei der Betrachtung des Alters der Carotisverletzten zeigte sich ein Altersgipfel bei ca. 20 Jahren und ein weiterer, kleinerer bei ca. 50 Jahren (Abb. 11).

**Abbildung 11:** Altersverteilung der Patienten mit Polytrauma versus Patienten mit Polytrauma und Carotidisdissektion.



Fokussiert man definierte Altersgruppen, so konnten folgende Häufigkeiten für das Vorkommen von Carotidisdissektionen in diesen Gruppen ermittelt werden (siehe Tab. 9). Hierbei fallen zwei Altersgruppen mit besonders hohen Raten an Halsgefäßverletzungen auf. Dies sind die 26-35-Jährigen mit 12 % und die 56-65-Jährigen mit 10,7 %.

**Tabelle 9:** Häufigkeit der Carotidisdissektion in verschiedenen Altersgruppen.

	0-17 Jahre	18-25 Jahre	26-35 Jahre	36-45 Jahre	46-55 Jahre	56-65 Jahre	ab 66 Jahre
Anzahl gesamt	49	94	50	62	52	28	61
Anzahl der Patienten mit Carotidisdissektion	3	8	6	3	3	3	0
Häufigkeit [%] der Carotidisdissektion in dieser Altersgruppe	6,1 %	8,5 %	12 %	4,8 %	5,8 %	10,7 %	0 %

69,2 % der Patienten mit einer Verletzung der A. carotis waren männlich, 30,8 % weiblich.

Die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter den weiblichen Traumapatienten lag mit 7,1 % im Vergleich zu 6,4 % bei den männlichen Polytraumata leicht höher. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und einer Verletzung der Carotiden dargestellt werden.

Eine nach Geschlecht getrennte Analyse des ISS zeigte bei Männern einen Mittelwert von  $32,37 \pm 13,9$  und bei Frauen von  $33,14 \pm 13,8$ .

## 4.6 Verletzungsmechanismus

Die Analyse des Unfallmechanismus für alle Patienten mit ISS  $\geq 16$  zeigte folgende Ergebnisse.

**Tabelle 10** zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen bei allen Patienten mit ISS  $\geq 16$ .

	PKW/ LKW	Motorrad	Fahrrad	Fuß- gänger	Sturz > 3 m	Sturz < 3 m	Sonstiges
Häufigkeit der Unfall- ursache [%]	35,6 %	17,7 %	5,1 %	7,1 %	15,2 %	6,8 %	12,5 %

Die Unfallursachen, die zu Carotidisdissektionen führten, waren zu 42,3 % PKW-/LKW-Unfälle, zu 26,9 % Motorradunfälle, zu 3,8 % Fahrradunfälle, zu 11,5 % Stürze > 3 m, zu 7,7 % Fußgänger und zu 7,7 % sonstige Unfälle (siehe Tab. 11).

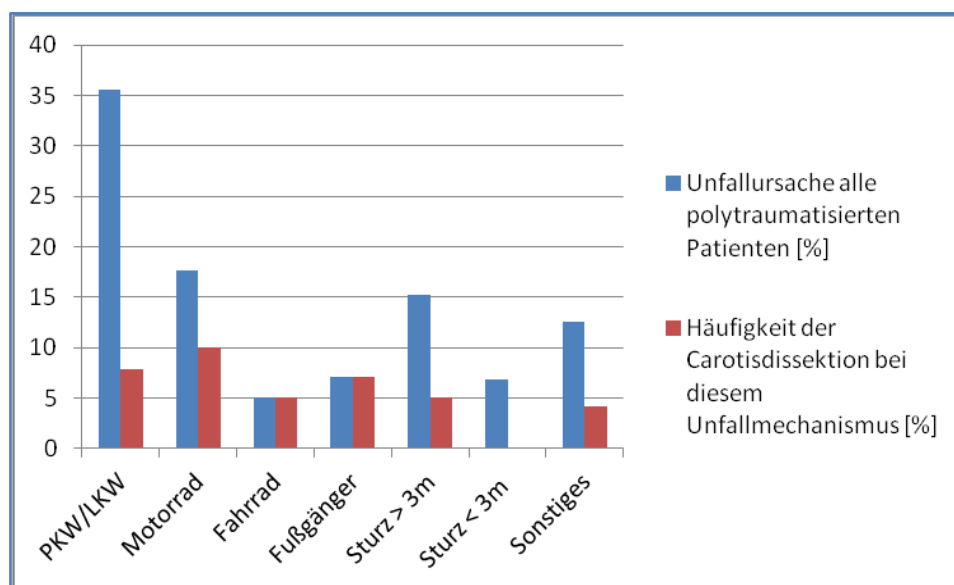
Bei der isolierten Betrachtung einzelner Unfallmechanismen konnten folgende Häufigkeiten für Carotidisdissektionen ermittelt werden. Verunfallte Motorradfahrer wiesen mit einem Anteil von 10,0 % die höchste Rate für Carotidisdissektionen auf. 7,8 % aller PKW/LKW – Insassen, 5,0 % aller Fahrradfahrer, 7,1 % aller Fußgänger, 5,0 % aller Patienten mit Sturz > 3 m und 4,2 % aller Patienten mit sonstigem Unfall erlitten Carotidisdissektionen (siehe Tab. 11).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen einem bestimmten Unfallmechanismus und einer Verletzung der A. carotis konnte nicht gefunden werden.

**Tabelle 11** zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen, die zu Carotidisdissektionen führten und die Rate der Carotidisdissektion bei den verschiedenen Unfallarten.

	PKW/ LKW	Motor- rad	Fahrrad	Fuß- gänger	Sturz > 3 m	Sonst
Häufigkeit der Unfallursache, die zu Carotidisdissektionen führt	42,3 %	26,9 %	3,8 %	7,7 %	11,5 %	7,7 %
Häufigkeit der Carotidisdissektion nach oben stehender Unfallart [%]	7,8 %	10 %	5 %	7,1 %	5 %	4,2 %

**Abbildung 12** zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen von allen Patienten mit ISS  $\geq$  16 und die Häufigkeit der Carotidisdissektion bei den verschiedenen Unfallarten.



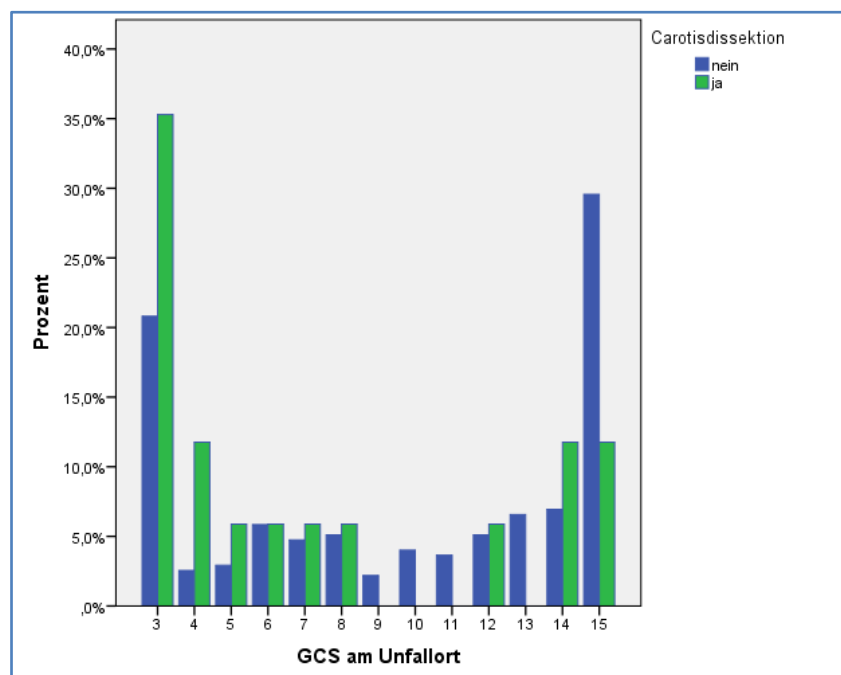
## 4.7 GCS

Der initiale GCS an der Unfallstelle liegt in der Gruppe ohne Carotisverletzung im Mittel um zwei Punkte höher als bei der Gruppe mit Carotidisdissektion. Am Unfallort zeigten sich also signifikant schlechtere GCS-Werte ( $p \leq 0,03$ ) in der Gruppe der Carotidisdissektionen.

**Tabelle 12:** GCS am Unfallort bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	GCS Mittelwert
Polytrauma ohne Carotidisdissektion	9,8 ± 4,8 Punkte
Polytrauma mit Carotidisdissektion	7,2 ± 4,8 Punkte
p	≤ 0,03

**Abbildung 13:** Häufigkeit GCS am Unfallort bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.





## 4.8 Carotidisdissektion und andere Gefäßverletzungen

Bei drei Patienten (bei allen ISS  $\geq 25$ ) wurde eine beidseitige Carotidisdissektion diagnostiziert.

Ein Patient erlitt sowohl eine beidseitige Carotidisdissektion als auch eine einseitige Dissektion der A. vertebralis.

Drei weitere Personen wiesen zusätzlich zu einer einseitigen Carotidisdissektion eine Dissektion der A. vertebralis auf. Dies entspricht einer Häufigkeit von 11,5 % unter den Patienten mit Carotidisdissektion.

Die Gesamtzahl der in unserem Traumazentrum aufgenommenen traumatischen Vertebralisdissektionen beläuft sich auf sechs. Somit fallen 50 % der Vertebralisdissektionen mit einer Verletzung der A. carotis zusammen.

Es konnten folgende Inzidenzen der Vertebralisdissektion in unserem Kollektiv gefunden werden (siehe Tab.13).

**Tabelle 13:** Inzidenz der Vertebralisdissektion in verschiedenen Gruppen.

	Alle eingeschlossenen Patienten	Patienten mit ISS $\geq$ 16	Patienten mit ISS $\geq$ 25
Inzidenz Vertebralisdissektion	1,3 %	1,5 %	1,9 %

Jeweils ein Patient erlitt eine Kombination aus Carotidisdissektion und Aortendissektion bzw. Carotidisdissektion und Iliacaldissektion.

In unserem Register wurden insgesamt acht Aortendissektionen und eine Iliacaldissektion erfasst.

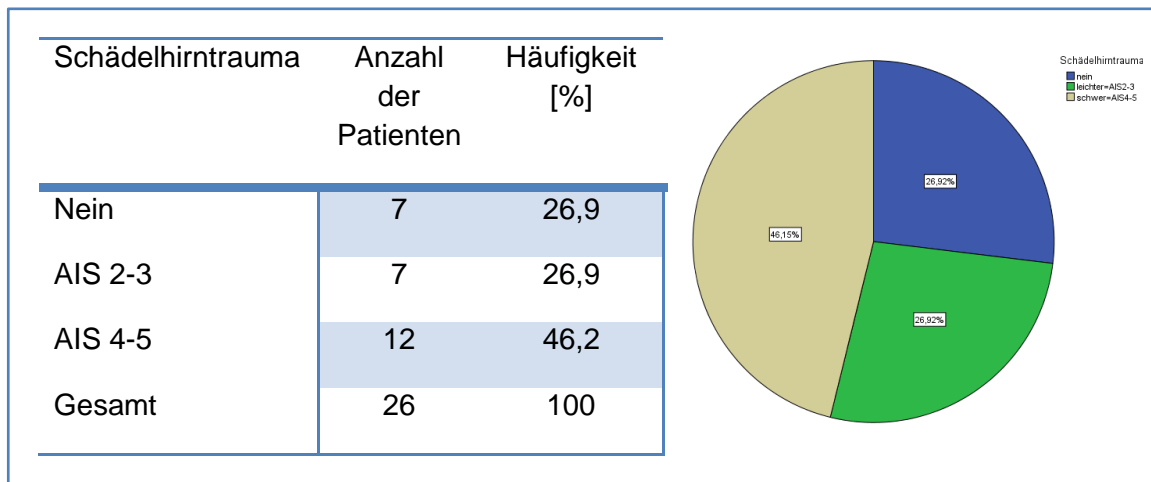
## 4.9 Begleitverletzungen

### 4.9.1 Schädelhirntrauma

Nahezu die Hälfte der polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion (46,2 %) hatten ein schweres Schädelhirntrauma mit AIS-Werten  $\geq 4$ .

7 der 26 Patienten mit Carotidisdissektion (26,9 %) hatten kein Schädelhirntrauma, weitere 7 wiesen ein „leichteres“ Schädelhirntrauma mit AIS-Werten von 2-3 auf.

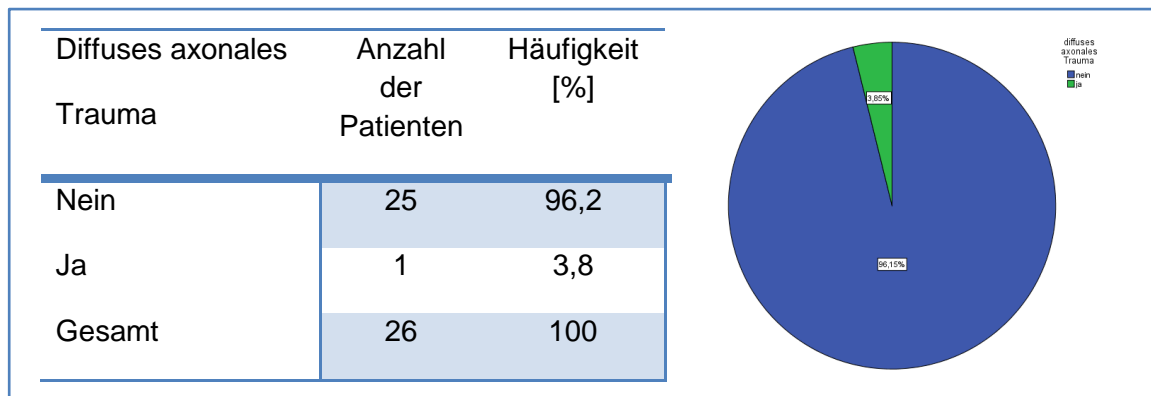
**Abbildung 14** zeigt die Häufigkeit von Schädelhirntraumata bei Patienten mit Carotidisdissektion.



## 4.9.2 Diffuses axonales Trauma

Nur 1 Patient (3,8 %) erlitt ein diffuses axonales Trauma.

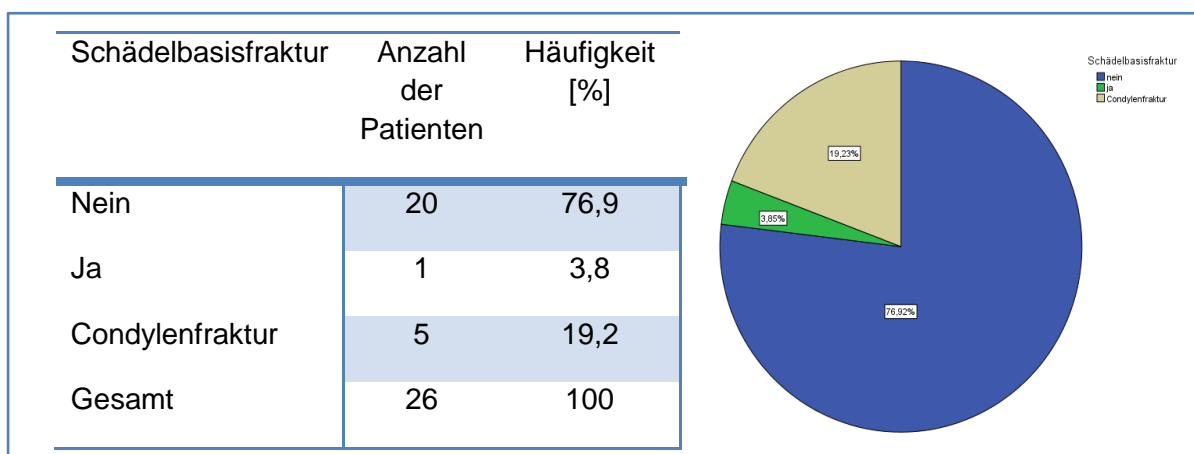
**Abbildung 15** zeigt die Häufigkeit eines diffusen axonalen Traumas bei Patienten mit Carotidisdissektion.



## 4.9.3 Schädelbasisfrakturen

Ein Patient (3,8 %) der polytraumatisierten Personen mit Carotidisdissektion erlitt eine nicht genauer bezeichnete Schädelbasisfraktur. Bei fünf weiteren (19,2 %) zeigte sich eine Fraktur des Condylus occipitalis.

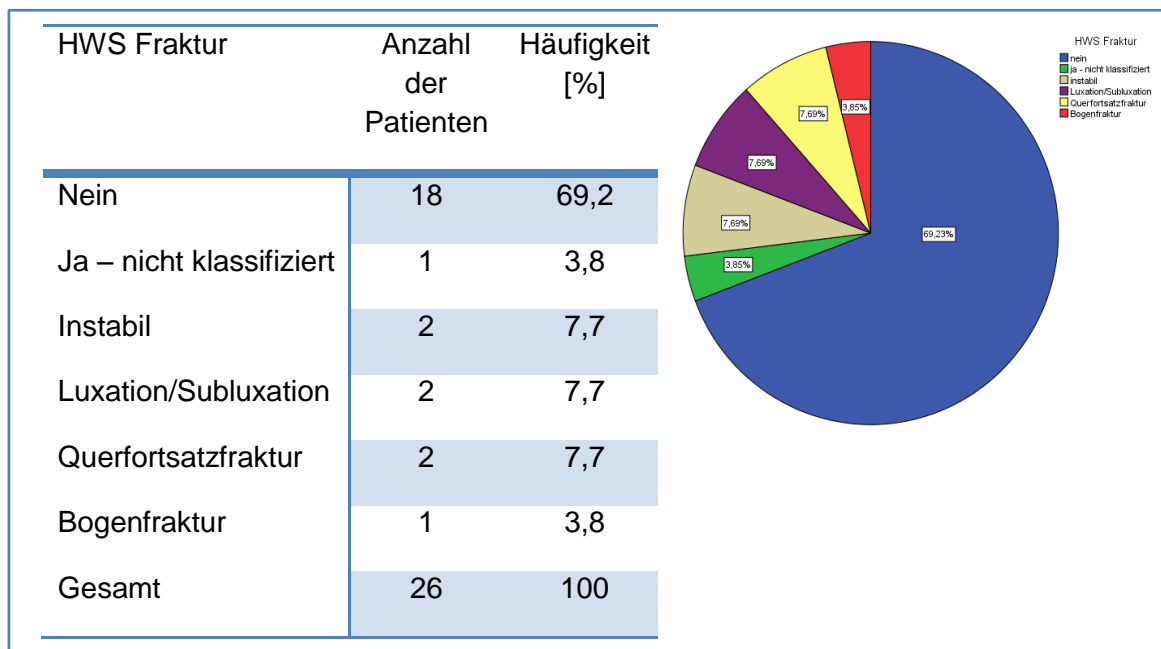
**Abbildung 16** zeigt die Häufigkeit einer Schädelbasisfraktur bei Patienten mit Carotidisdissektion.



## 4.9.4 HWS Frakturen

30,8 % der Polytraumata mit Carotidisdissektion haben eine Fraktur der Halswirbelsäule. Nur zwei Patienten (7,7 %) haben eine Luxations- bzw. Subluxationsfraktur.

**Abbildung 17** zeigt die Häufigkeit von Halswirbelsäulenfrakturen bei Patienten mit Carotidisdissektion.



## 4.9.5 Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Kopfverletzungen

Bei 299 Patienten wurde ein AIS  $\geq 1$  im Kopfbereich festgestellt. Alle 26 Personen mit Carotidisdissektion haben bedingt durch diese Verletzung einen AIS  $\geq 3$ . Dies entspricht 8,7 % aller Kopfverletzten.

Sechs der 26 Patienten mit Carotisverletzung hatten keine weiteren Verletzungen im Bereich des Kopfes. D. h. ihr Punktwert bei AIS-Kopf ist nur durch das Vorhandensein der Carotidisdissektion bedingt. Deshalb haben wir diese Patienten für folgende Auswertungen ausgeschlossen.

Somit zeigen 76,9 % der Personen mit Carotidisdissektion eine weitere Kopfverletzung. Patienten, die keine Carotisverletzung aufweisen, haben zu 73,8 % eine Kopfverletzung.

Ein signifikanter Zusammenhang konnte nicht gezeigt werden.

**Tabelle 14** zeigt Kopfverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

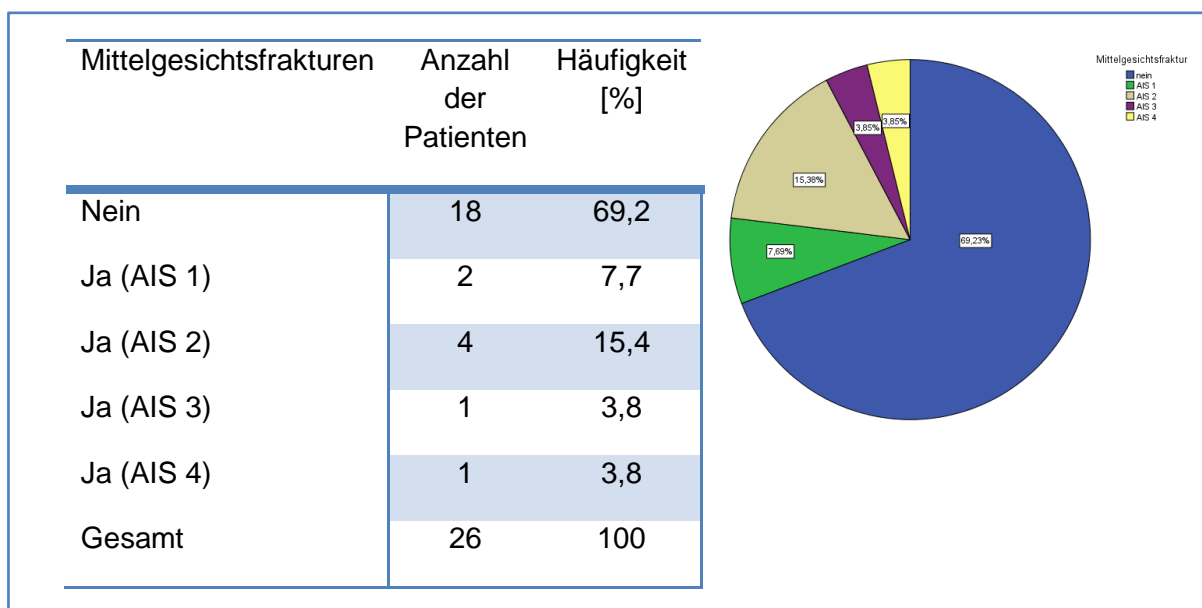
	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion, wenn AIS der Carotidisdissektion gestrichen
AIS 0	97	0	6
AIS 1	29	0	0
AIS 2	31	0	2
AIS 3	57	9	7
AIS 4	67	3	5
AIS 5	80	11	3
AIS 6	9	3	3
Gesamt	370	26	26

## 4.9.6 Mittelgesichtsfrakturen

Acht (30,8 %) der polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion zogen sich Mittelgesichtsfrakturen zu. Davon entsprachen die Verletzungen bei sieben (26,9 %) Personen einem AIS von 1-3. Ein weiterer (3,8 %) hatte eine Mittelgesichtsfraktur mit AIS 4.

Eine nach LeFort klassifizierte Mittelgesichtsverletzung wurde in unserem Kollektiv nicht dokumentiert.

**Abbildung 18** zeigt die Häufigkeit von Mittelgesichtsfrakturen bei Patienten mit Carotidisdissektion.



## 4.9.7 Mandibulafrakturen

Keiner unserer Patienten mit Carotidisdissektion erlitt eine Mandibulafraktur.

#### 4.9.8 Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Gesichtsverletzungen

Bei insgesamt 133 Patienten wurden Gesichtsverletzungen gemäß AIS gesehen. Elf Personen unserer Carotisgruppe wiesen Verletzungen im Gesicht auf. Dies entspricht einem Anteil von 8,3 % an den Gesichtsverletzungen.

Die Häufigkeit eines positiven AIS-Gesicht beträgt in der Gruppe „Patienten ohne Carotidisdissektion“ 33,0 %, bei „Patienten mit Carotidisdissektion“ 42,3 %. Es konnte keine Signifikanz gezeigt werden.

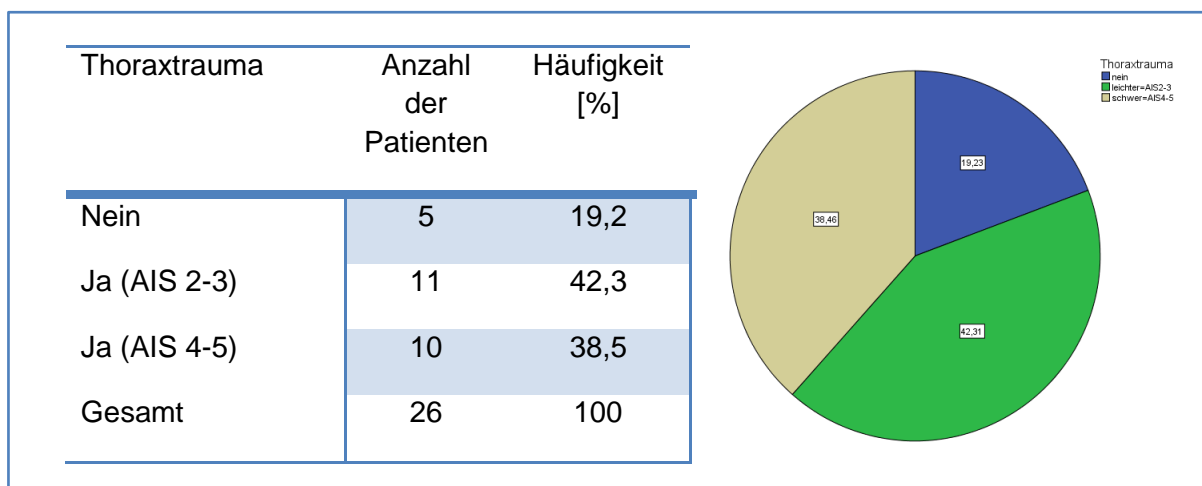
***Tabelle 15 zeigt Gesichtsverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.***

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion
AIS 0	248	15
AIS 1	36	4
AIS 2	58	5
AIS 3	27	1
AIS 4	1	1
Gesamt	370	26

## 4.9.9 Thoraxtrauma

21 (80,8 %) der polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion haben ein Thoraxtrauma erlitten. Dabei hatten 11 Fälle (42,4 %) ein Thoraxtrauma mit AIS 2-3 und 10 weitere (38,5 %) ein schweres Thoraxtrauma mit AIS 4-5.

**Abbildung 19** zeigt die Häufigkeit von Thoraxtraumata bei Patienten mit Carotidisdissektion.



Insgesamt haben 296 Patienten ein Thoraxtrauma erlitten. Somit ist die Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Thoraxtrauma 7,1 %.

Bei Patienten ohne Carotidisdissektion fand sich bei 74,3 % Thoraxverletzungen. Bei Personen mit Carotidisdissektion hingegen 80,8 %. Signifikanz konnte nicht gezeigt werden.



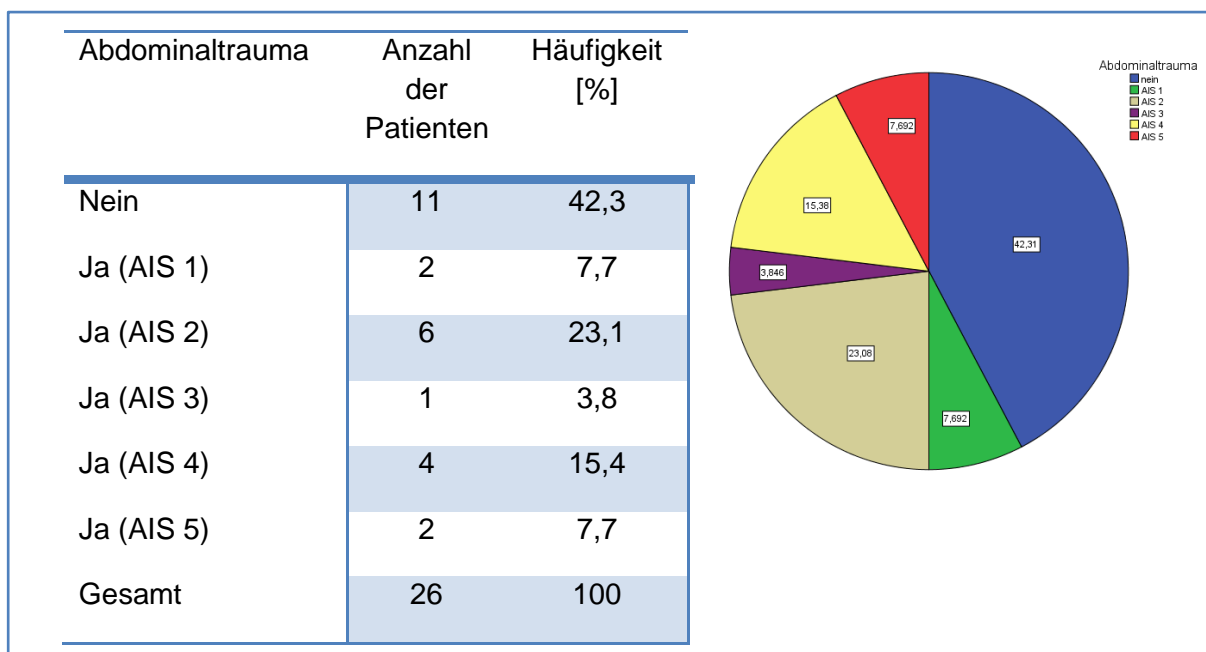
**Tabelle 16** zeigt Thoraxverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion
AIS 0	95	5
AIS 1	9	0
AIS 2	40	2
AIS 3	92	9
AIS 4	90	6
AIS 5	44	4
Gesamt	370	26

## 4.9.10 Abdominaltrauma

15 (57,7 %) der polytraumatisierten Personen mit Carotidisdissektion zogen sich ein Abdominaltrauma zu. Hierbei handelt es sich ausschließlich um abdominale Traumata. Lumbale Wirbelsäulenverletzungen wurden ausgeschlossen. Dabei hatten neun Verunfallte (34,6 %) AIS-Werte von 1-3. Weitere sechs (23,1 %) erlitten ein schwereres Abdominaltrauma mit AIS 4-5.

**Abbildung 20** zeigt die Häufigkeit eines Abdominaltraumas bei Patienten mit Carotidisdissektion.



Insgesamt verzeichneten wir bei 193 Patienten einen abdominalen AIS  $\geq 1$ . Hierbei werden lumbale Wirbelsäulenverletzungen mit eingeschlossen, was im Vergleich zur obigen Auflistung zu anderen Zahlen führt. So haben 18 Personen mit Carotidisdissektion ein nach AIS kodiertes Abdominaltrauma. Bemerkenswerterweise fanden sich dabei nur AIS-Werte  $\geq 2$ . Damit haben Carotidisdissektionen bei positiven AIS-Abdomen eine Häufigkeit von 9,3 %. Betrachtet man nun die beiden Gruppen „Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion“ getrennt voneinander, so beträgt die Häufigkeit von Personen mit AIS-Abdomen  $\geq 1$  bei nicht Carotisverletzten 47,3 %, bei Patienten mit Carotidisdissektion jedoch 69,2 %. Sowohl der  $\chi^2$ -Test (0,031), als auch der exakte Test nach Fisher (0,041) zeigten einen signifikanten Zusammenhang.

**Tabelle 17** zeigt Verletzungen kodiert nach AIS-Abdomen bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion
AIS 0	195	8
AIS 1	4	0
AIS 2	87	11
AIS 3	42	1
AIS 4	25	4
AIS 5	17	2
Gesamt	370	26

## 4.9.11 Erfüllung der Screeningkriterien

Folgende Risikofaktoren gelten zu den klassischen Screeningkriterien der Arbeitsgruppen aus Denver und Memphis [25,28–30,44].

- LeFort II/III Fraktur
- Folgende HWS Frakturen:
  - Subluxation
  - Frakturen, die durch das Foramen transversum ziehen
  - Frakturen des 1. – 3. Halswirbelkörpers
- Schädelbasisfrakturen, die in den Canalis caroticus ziehen
- Felsenbeinfrakturen
- Mandibulafrakturen
- Diffuses axonales Trauma
- Weichteilverletzungen im Bereich des Halses

Bei der Gegenüberstellung der Begleitverletzungen unserer polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion mit diesen Risikofaktoren zeigte sich, dass so 14 der 26 Personen mit Carotidisdissektion und ISS  $\geq 16$  (53,8 %) diese nicht erfüllen.

Wenn man zu diesen oben genannten Risikofaktoren jegliches Schädelhirntrauma mit einschließt, weisen nur noch 5 der 26 Patienten (19,2 %) keine dieser Risikofaktoren auf.

Wenn man zudem noch jegliches Thoraxtrauma, wie von manchen Autoren [29] empfohlen, mit in die Kriterien aufnimmt, zeigen in unserem Kollektiv alle Patienten mit Carotidisdissektion mindestens einen Risikofaktor.

## **4.10 Krankenhausaufenthalt**

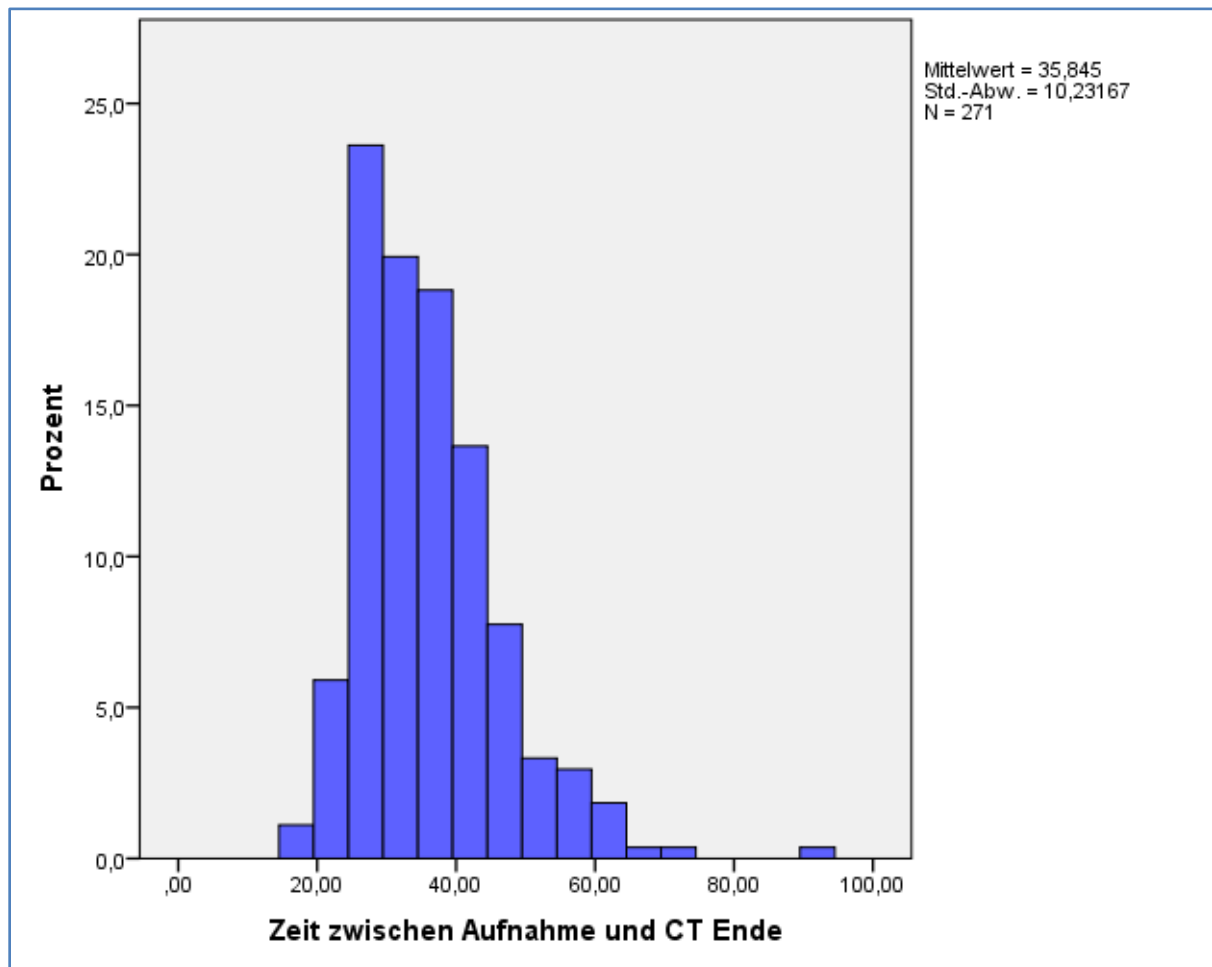
### **4.10.1 Polytrauma-CT und Zeiten**

Von den 396 Patienten mit  $ISS \geq 16$  wurden 312 (78,8 %) mittels Polytrauma MSCT untersucht. Von denen, die keine Polytraumaspirale bekommen haben, wurde bei 27 Personen (6,8 %) ein CCT durchgeführt. Bei 49 Patienten (12,4 %) wurde weder ein CCT noch ein Polytrauma-CT durchgeführt. 30 dieser Fälle wurden zuverlegt, die restlichen 19 wurden primär in unserem Traumazentrum aufgenommen. 12 dieser 19 bei uns aufgenommenen Polytraumata wurden in der Notaufnahme reanimiert, alle 12 verstarben. Bei einem Patienten erforderte eine Notoperation den Abbruch der regulären Schockraumdiagnostik. Die Gründe für das Ausbleiben der computertomographischen Untersuchung für die fehlenden sechs Patienten sind unbekannt. Es handelt sich dabei auch nicht um Kinder. Bei acht Betroffenen mussten fehlende Angaben festgestellt werden.

Bei fokussierter Analyse der Patienten mit Carotisverletzungen konnte folgendes festgestellt werden. 19 der 26 zu Behandelnden mit Carotidisdissektionen und  $ISS \geq 16$  (73,1 %) erhielten eine Diagnostik mittels Polytrauma MSCT. Drei zuverlegte Patienten bekamen eine CCT-Diagnostik. Bei einem, der primär in unserem Traumazentrum aufgenommen und im Schockraum erfolglos reanimiert wurde, erfolgte keine CT Diagnostik. Zwei zuverlegte Fälle bekamen bei Ankunft in unserem Traumazentrum keine weitere CT Diagnostik. Bei einem Patienten mussten wiederum fehlende Werte festgestellt werden.

Die mittlere Dauer vom Eintritt in den Schockraum bis zum Ende der Polytraumaspirale betrug in unserer Untersuchung  $35,85 \pm 10,23$  Minuten.

**Abbildung 21:** Zeit vom Eintritt in den Schockraum bis zum Ende der CT Untersuchung bei allen polytraumatisierten Patienten.

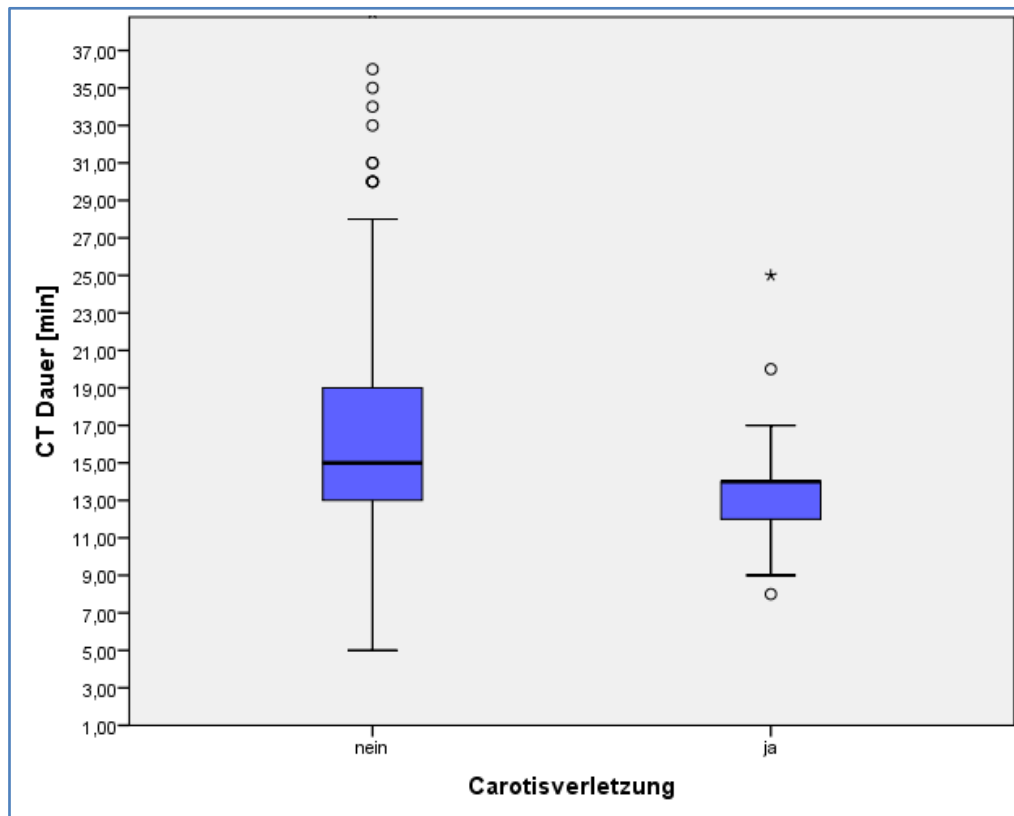


Unterscheidet man dabei die Gruppen „Carotisverletzung nein“ bzw. „ja“, so finden sich entsprechend Werte von  $36,08 \pm 10,36$  Minuten, bzw.  $32,29 \pm 7,41$  Minuten. Ein Test dieser Ergebnisse zeigte zwar keine Signifikanz ( $p \leq 0,061$ ), aber ein Trend zu kürzeren Zeiten für die Gruppe der Carotisverletzten konnte entdeckt werden.

Untersucht man nun die reine Zeit zwischen der Abfahrt vom Schockraum in das CT und dem Ende der Polytraumaspirale, so finden sich für alle Polytraumata mittlere Zeiten von  $16,36 \pm 5,64$  Minuten.

Für die Gruppe ohne Carotisverletzung ergeben sich Werte von  $16,52 \pm 5,70$  Minuten und für diejenige mit Carotisverletzung  $14,0 \pm 4,05$  Minuten. Dieser Unterschied ist signifikant ( $p \leq 0,025$ ).

**Abbildung 22:** CT Dauer bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdisektion



## 4.10.2 Intensivaufenthalt und Beatmungsdauer

In der Gruppe der Carotidisdissektionen konnte sowohl eine längere Beatmungsdauer, als auch ein längerer Aufenthalt auf der Intensivstation gesehen werden. Dieser Unterschied erreichte jedoch kein Signifikanzniveau.

**Tabelle 18:** Beatmungsdauer und Intensivaufenthalt von Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion
Beatmungsdauer	7,3 ± 9,8 Tage	9,5 ± 12,8 Tage
Intensivaufenthalt	10,8 ± 12,1 Tage	15,1 ± 16,1 Tage

## 4.10.3 Liegedauer im Krankenhaus

Die Liegedauer im Krankenhaus war bei Polytraumata mit Carotidisdissektion im Vergleich zu solchen ohne Carotidisdissektion im Mittel deutlich länger. Allerdings zeigte sich dieser Unterschied als nicht signifikant.

**Tabelle 19:** Liegedauer im Krankenhaus bei Patienten mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	Patienten ohne Carotidisdissektion	Patienten mit Carotidisdissektion
Liegedauer im Krankenhaus	20,8 ± 17,1 Tage	28,9 ± 25,5 Tage



## 4.11 Cerebrale Infarzierung

Für die Auswertung der Infarktrate wurden drei Patienten ausgeschlossen, da keine Aussage über Infarzierung getroffen werden konnte. Zwei Betroffene verstarben nach erfolgloser Traumareanimation im Schockraum. Ein weiterer erlag binnen kürzester Zeit seinen schwersten cerebralen Verletzungen und beidseitiger Carotidisdissektion, sowie Abriss und Verschluss der Arteria vertebralis rechts.

Von den verbleibenden 23 polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion wurden bei elf (47,8 %) Infarkte festgestellt.

Von diesen elf Aufgenommenen hat nur einer (9,1 %) ein gutes Outcome. Fünf dieser Patienten (45,5 %) sind verstorben, vier weitere (36,3 %) sind schwer behindert und einer (9,1 %) verließ die Universitätsklinik mit persistierend vegetativem Zustand.

**Tabelle 20** zeigt das Outcome bei den elf polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion und cerebraler Infarzierung.

Glasgow Outcome Scale	Anzahl der Patienten mit Carotidisdissektion und Infarkt	Häufigkeit [%]
tot	5	45,5
PVS	1	9,1
schwer behindert	4	36,3
leicht behindert	0	0
gut erholt	1	9,1
gesamt	11	100

## 4.12 Outcome

Mittels Glasgow Outcome Scale gemessen, zeigte sich ein signifikant schlechteres Outcome ( $p \leq 0,017$  Mann Whitney Test) der Gruppe von Patienten mit Carotidisdissektion.

So konnten nur 8 dieser 26 Patienten (30,8 %) gut erholt entlassen werden. Bei jenen ohne Carotidisdissektion waren dies 187 von 370 Patienten (50,5 %).

**Tabelle 21** zeigt das Outcome bei polytraumatisierten Patienten mit Carotidisdissektion.

Glasgow Outcome Scale	Anzahl der Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion	Häufigkeit [%]
tot	9	34,6
PVS	1	3,8
schwer behindert	5	19,2
leicht behindert	3	11,5
gut erholt	8	30,8
gesamt	26	100

**Tabelle 22** zeigt das Outcome bei polytraumatisierten Patienten ohne Carotidisdissektion.

Glasgow Outcome Scale	Anzahl der Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion	Häufigkeit [%]
tot	66	17,8
PVS	13	3,5
schwer behindert	44	11,9
leicht behindert	55	14,9
gut erholt	187	50,5
fehlende Werte	5	1,4
gesamt	370	100

## 4.13 Letalität

Bei der Abschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit ergaben sich für die Gruppe der Carotidisdissektion signifikant niedrigere Werte für den TRISS- ( $p \leq 0,004$ ), wie auch signifikant höhere für den RISC-Score ( $p \leq 0,001$ ).

**Tabelle 23** zeigt die Abschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit nach TRISS sowie das Risiko, an den Verletzungen zu versterben nach RISC und die Rate der verstorbenen Patienten. Dabei wurden die Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion unterschieden und auf Signifikanz überprüft.

	Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion	Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion	p
TRISS	70,8 ± 34,3 %	49,3 ± 38,4 %	≤ 0,004
RISC	23,3 ± 29,5 %	44,1 ± 35,4 %	≤ 0,001
verstorben	17,8 %	34,6 %.	≤ 0,065
SMR	0,76	0,78	

In der Gruppe der Carotidisdissektionen sind neun Patienten (34,6 %) an ihren Verletzungen verstorben.

Vier dieser neun Fälle (44,4 %) sind an den direkten Folgen der Carotidisdissektion verstorben. Somit kann die Letalität der Carotidisdissektion und deren Folgen auf 15,4 % geschätzt werden.

Drei weitere verstorbene Patienten hatten zusätzlich zur Carotidisdissektion schwerwiegendere cerebrale Verletzungen, (2 Patienten mit AIS 5 und einer mit AIS 4) wobei die Ursache, die zum Hirntod führte, nicht genau eruierbar war.

Die verbleibenden zwei Verstorbenen der Carotidisdissektionsgruppe verschieden nach erfolgloser Traumareanimation.

Es zeigte sich beim Vergleich der Gruppe ohne Carotisverletzung und derjenigen der Carotisverletzten kein Unterschied bezüglich der Krankenhausletalität ( $p \leq 0,065$ ).

Der Vergleich der Standardized Mortality Ratio zeigte einerseits, dass in unserem Traumazentrum weniger Patienten starben als durch das Prognosetool RISC vorhergesagt. Andererseits weist der Vergleich der SMR in beiden Gruppen keinen deutlich erhöhten Wert bei den Carotisverletzten auf. Da hier die Carotidisdissektion nicht in die Berechnung des RISC und somit nicht in die Berechnung der SMR eingeht, können wir daraus schließen, dass die deutlich höhere Mortalität in dieser Gruppe nicht von der Carotidisdissektion selbst ausgeht.

## 4.14 Zuverlegung

### 4.14.1 Häufigkeit der Zuverlegung und Häufigkeit der Carotidisdissektion bei Zuverlegten

Der Anteil an Zuverlegungen in der Gruppe der Carotidisdissektionen liegt mit 34,6 % deutlich höher als in der Gruppe ohne Carotisverletzung (25,1 %).

Die Häufigkeit der Carotidisdissektion in der Gruppe aller Zuverlegten mit ISS  $\geq 16$  liegt bei 8,8 % und in der Gruppe allerjenigen mit ISS  $\geq 25$  bei 11,4 %.

**Tabelle 24** zeigt die Häufigkeit der Zuverlegung von Patienten unterteilt nach den Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion. Des Weiteren gibt die Tabelle die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter allen zuverlegten bzw. primären Patienten gestaffelt nach verschiedenen ISS Gruppen an.

	Patienten mit Carotis- dissektion	Patienten ohne Carotis- dissektion	Häufigkeit der Carotidisdissektion bei ISS $\geq 16$	Häufigkeit der Carotidisdissektion bei ISS $\geq 25$
Zuverlegung	9 (34,6 %)	93 (25,1%)	9 (8,8 %)	8 (11,4 %)
Primäre Patienten	17 (65,4 %)	277 (74,9 %)	17 (5,8 %)	16 (8,2 %)
Gesamt	26 (100 %)	370 (100 %)	26	24

## 4.14.2 Krankenhausaufenthalt der Zuverlegten

Betrachtet man ausschließlich die Patienten mit Carotidisdissektionen und vergleicht diese untereinander in Bezug auf primäre Versorgung in unserem Traumazentrum, bzw. Zuverlegung, so fiel auf, dass sowohl der Intensivaufenthalt, die Beatmungstage, als auch die Liegedauer im Krankenhaus deutlich länger waren. Ein signifikanter Zusammenhang zeigte sich allerdings nicht.

**Tabelle 25** zeigt die mittlere Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation, die mittlere Beatmungsdauer sowie die mittlere Liegedauer im Krankenhaus ausschließlich für Patienten mit Carotidisdissektionen. Gegenübergestellt werden zuverlegte und primäre Patienten.

	Intensivtage	Beatmungstage	Liegedauer im Krankenhaus
Zuverlegung	22,9 ± 21,5	15,5 ± 18,9	35,9 ± 29,6
Primäre Patienten	13,1 ± 12,2	7,2 ± 8,3	25,8 ± 24,1

## 4.14.3 Outcome bei Zuverlegten

Untersucht man gleichzeitig alle Zuverlegten mit ISS  $\geq 16$  und die Gruppen „keine Carotidisdissektion“ versus „vorhandene Carotidisdissektion“, so lässt sich ermitteln, dass 10,8 % der Patienten ohne Carotidisdissektion - sprich „zuverlegt ohne Carotidisdissektion“ - an ihren Verletzungen und deren Folgen starben. In der Gruppe „zuverlegt und Carotidisdissektion“ sind dies 44,4 %. Verglichen dazu sahen wir bei den primär in unserem Traumazentrum aufgenommenen Carotidisdissektionen eine Mortalität von 29,4 % (siehe Tab. 26).

**Tabelle 26** zeigt eine Übersicht, wie viele der Patienten in den Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion verstarben. Dies geschieht unter der Prämisse „Zuverlegung“ bzw. „Primärer Patient“.

	Zuverlegung	Primäre Patienten
Verstorben – Patient ohne Carotidisdissektion	10 (10,8 %)	56 (20,2 %)
Überlebt – Patient ohne Carotidisdissektion	83 (89,2 %)	221 (79,8 %)
Gesamt	93 (100 %)	277 (100 %)
Verstorben – Patient mit Carotidisdissektion	4 (44,4 %)	5 (29,4 %)
Überlebt – Patient mit Carotidisdissektion	5 (55,6 %)	12 (70,6 %)
Gesamt	9 (100 %)	17 (100 %)

**Tabelle 27** zeigt den RISC, die Mortalität und die SMR für die Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion. Dies geschieht unter der Prämisse „Zuverlegung“ bzw. „Primärer Patient“.

	Zuverlegung	Primäre Patienten
RISC –Patienten ohne Carotidisdissektion	17,1 ± 18,8 %	25,2 ± 31,9 %
Verstorben - Patienten ohne Carotidisdissektion	10,8 %	20,2 %
SMR – Patienten ohne Carotidisdissektion	0,63	0,8
RISC –Patienten mit Carotidisdissektion	50,4 ± 35,9 %	41,1 ± 35,8 %
Verstorben – Patienten mit Carotidisdissektion	44,4 %	29,4 %
SMR – Patienten mit Carotidisdissektion	0,88	0,72



## 4.15 Überblick über die wichtigsten Werte

**Tabelle 28** zeigt einen Überblick über die wichtigsten Werte beim Vergleich der Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion.

	Polytraumata ohne Carotidisdissektion	Polytraumata mit Carotidisdissektion	p
ISS	31,8 ± 13,2	47,5 ± 19,5	≤ 0,006
NISS	39,3 ± 15,6	54,7 ± 17,8	≤ 0,002
TRISS	70,8 ± 34,3 %	49,3 ± 38,4 %	≤ 0,004
RISC	23,3 ± 29,5 %	44,1 ± 35,4 %	≤ 0,001
Verstorbene Patienten [Prozent]	17,8 %	34,6 %	≤ 0,065
SMR	0,76	0,78	
Alter [Jahre]	39,3 ± 21,0	31,5 ± 15,2	≤ 0,02
GCS am Unfallort	9,8 ± 4,8	7,2 ± 4,8	≤ 0,033
Beatmungstage [Tage]	7,3 ± 9,8	9,5 ± 12,8	≤ 0,405
Tage auf ICU [Tage]	10,8 ± 12,1	15,1 ± 16,1	≤ 0,196
Liegedauer im KHS [Tage]	20,8 ± 17,1	28,9 ± 25,5	≤ 0,125
Zeit Aufnahme bis CT Ende [Minuten]	36,1 ± 10,4	32,3 ± 7,4	≤ 0,061
CT Dauer [Minuten]	16,5 ± 5,7	14,0 ± 4,0	≤ 0,025
Zuverlegung [Prozent]	25,1 %	34,6 %	
AIS-Kopf ≥ 1* [Prozent]	73,8 %	76,9 %	≤ 0,821
AIS-Gesicht ≥ 1 [Prozent]	33,0 %	42,3 %	≤ 0,330
AIS-Thorax ≥ 1 [Prozent]	74,3 %	80,8 %	≤ 0,465
AIS-Abdomen ≥ 1 [Prozent]	47,3 %	69,2 %	≤ 0,041

\*Patienten mit AIS-Punkten bedingt durch die Carotidisdissektion wurden ausgeschlossen.

## 5 Diskussion

### 5.1 Inzidenz

Die in der Literatur beschriebene Inzidenz für „blunt cerebrovascular injuries“ (BCVI), also Carotis- und Vertebralisdissektionen zusammengefasst, stieg über die letzten Jahrzehnte kontinuierlich an. Dabei wird eine Spannweite von 0,07 %-2,7 % unter allen Traumapatienten angegeben [20,25,28,45–50]. Mehr Hochgeschwindigkeitsunfälle, die gesteigerte Aufmerksamkeit gegenüber dieser Verletzungsentität, das verbesserte Polytraumamanagement und vor allem das immer breiter angewandte und verbesserte noninvasive Screeningkonzept werden als Ursachen für diesen Anstieg diskutiert [20,21].

Bei polytraumatisierten Patienten mit  $ISS \geq 16$  beschrieben Löhner et al. [50] eine BCVI Inzidenz von 2,75 %. Erst vor kurzem publizierten Bonatti und Kollegen [51] in einer zu unserer Studie sehr ähnlichen Untersuchung eine Inzidenz der cerebrovaskulären Verletzungen bei Polytraumatisierten von 3,3 %.

Für die alleinige Häufigkeit der traumatischen Carotisverletzungen finden sich Werte von 0,39 % [20] bzw. 0,54 % [49] bezogen auf alle Traumapatienten. Bereits im Jahr 2007 beschrieben Borisch et al. [21] aus unserem Traumazentrum eine Inzidenz der Carotidisdissektion von 4,6 % bei Polytrauma.

Unsere Untersuchungen ergaben eine Häufigkeit für Carotisverletzungen, die mit 5,0 % bei allen erfassten Traumapatienten und 6,6 % bei Polytraumatisierten mit  $ISS \geq 16$  deutlich höher liegt, als bisher in der Literatur beschrieben.

Zum einen liegt das an dem unterschiedlichen Bezugs Kollektiv der verschiedenen Studien. Unsere Daten beziehen sich auf polytraumatisierte Patienten, bzw. auf Patienten, die unter der Verdachtsdiagnose Polytrauma über den Schockraum aufgenommen wurden, und nicht, wie bei anderen Studien, auf die gesamten Traumapatienten, die in den entsprechenden Zentren gesehen worden sind.

Zum anderen führen die infrastrukturellen Gegebenheiten im ostbayerischen Raum zu einem sehr großen Einzugsbereich unseres Traumazentrums. So werden wir zur

Anlaufstelle von schwerstverletzten Patienten, die entweder über große Distanzen mit dem Rettungshubschrauber primär zu uns gebracht werden, oder über eine Vielzahl kleinerer peripherer Krankenhäuser des Trauma-Netzwerks Ostbayern zu uns verlegt werden. Wir konnten in unserer Untersuchung zeigen, dass im Vergleich zu den Patienten ohne Carotidisdissektion ein deutlich größerer Prozentsatz von Patienten mit Carotidisdissektion zuverlegt worden ist (vgl. Tab. 24). So liegt auch die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter den zuverlegten Patienten in unserem Kollektiv deutlich höher (8,8 % bei  $ISS \geq 16$  bzw. 11,4 % bei  $ISS \geq 25$ ), als bei den primär in unserem Traumazentrum aufgenommenen Patienten. Zuverlegte Patienten mit Carotidisdissektion wiesen auch längere Beatmungszeiten, einen längeren Intensivaufenthalt, sowie einen längeren Gesamtaufenthalt im Krankenhaus auf.

In diesem Zusammenhang konnten wir darlegen, dass die Häufigkeit der Carotidisdissektion mit steigenden ISS-Werten deutlich zunimmt. Es konnte gezeigt werden, dass die ISS-Berechnung in 59,3 % der Fälle (16 Patienten) vollkommen unabhängig vom AIS der Carotidisdissektion ist. Mit Fokus auf die Gruppe  $ISS \geq 25$  lässt sich sagen, dass der AIS der Carotidisdissektion nur in sechs Fällen (22,2 % aller Carotidisdissektionen) ausschlaggebend für die Eingruppierung war. Somit weisen 18 der 24 Fälle einen  $ISS \geq 25$  auf, dessen Punktzahl unabhängig vom AIS der Carotidisdissektion und von dem AIS deren Folgen (z.B. Infarzierung, Ischämie aufgrund Hypoperfusion) ist. Selbst, wenn man die 18 unabhängig vom AIS der Carotidisdissektion eingruppierten Patienten betrachtet und die sechs abhängigen Patienten von dieser Gruppe ausschließt, lässt sich eine steigende Inzidenz von 7,0 % für Betroffene mit  $ISS \geq 25$  ermitteln. Des Weiteren stellten wir signifikant höhere ISS-Werte, gleichbedeutend mit einer höheren Verletzungsschwere, bei der Gruppe der Carotidisdissektionen fest. Bei dieser Berechnung wurden die durch den AIS der Carotidisdissektion beeinflussten ISS-Werte ausgeschlossen.

Daraus resultierend können wir feststellen, dass die Carotidisdissektion mit schwersten multiplen Verletzungen vergesellschaftet ist, bzw. anders ausgedrückt: Die Carotidisdissektion ist eine Begleitverletzung bei schwerstem Polytrauma.

Dieses Postulat bestätigt auch die Auswertung des NISS. Hierbei sahen wir bei über der Hälfte der Patienten (51,9 %) einen NISS, der vollkommen unabhängig vom AIS der Carotidisdissektion ist. Des Weiteren zeigte sich, dass 22 der 27 Fälle (81,5 %) mit Carotidisdissektion einen  $NISS \geq 25$  haben, der ebenfalls unabhängig vom AIS der

Carotidisdissektion ist. Diese Ergebnisse stellen eindrucksvoll heraus, dass Personen mit Carotidisdissektion, nicht nur auf Grund der Dissektion schwer verletzt sind, sondern zusätzlich multiple schwerste Verletzungen aufweisen.

Damit ist insbesondere bei schweren Traumata die Carotidisdissektion als Begleitverletzung nicht zu unterschätzen.

Als Hochrisiko-Unfallmechanismen identifizierten wir Motorradunfälle und PKW- bzw. LKW- Unfälle. 10 % der polytraumatisierten Motorradfahrer wiesen Verletzungen der Arteria carotis auf. Bei PKW und LKW Unfällen zeigten 7,8 % der Unfallopfer derartige Verletzungen. Diese Zahlen sollten gerade bei Motorradfahrern aufhorchen lassen und die Abklärung einer Carotidisdissektion bei der Erstversorgung im Schockraum stärker ins Bewusstsein rufen.

Die Altersanalyse zeigte zwei Peaks. In der Gruppe der 26-35-Jährigen zeigten 12 % aller Verletzten eine Carotidisdissektion. In der Gruppe der 56-65 Jährigen sind dies 10,7 %. Gründe für gerade diese Verteilung sind bisher nicht bekannt.

Ein weiterer, interessanter Punkt ist die Geschlechterverteilung bei Patienten mit Carotidisdissektion. Wir fanden in unserem Kollektiv heraus, dass Frauen in der Gruppe der Carotidisdissektionen gegenüber der gesamten Studienpopulation überrepräsentiert sind. So konnten wir auch höhere Inzidenzen für Carotidisdissektionen bei Frauen finden als unter Männern. Dieser Zusammenhang zeigte in unserer Auswertung zwar keine Signifikanz, doch wurde auch schon von anderen Autoren auf diesen Umstand hingewiesen. DiCocco et al. [52] sahen in ihrer Studie ebenfalls einen höheren Frauenanteil bei Carotisverletzten. Klare Gründe dafür fanden sie nicht und sind auch nicht weiter bekannt. Eine nach Geschlecht getrennte Analyse des ISS zeigte keine gravierenden Unterschiede bezüglich der Verletzungsschwere. Der Mittelwert der Frauen liegt um 0,77 Punkte höher als der der Männer. Dies könnte eventuell ein Hinweis darauf sein, dass die potenziell schwerer verletzten Frauen auch häufiger Carotidisdissektionen haben.

Eine weitere Auffälligkeit als Hinweis auf die Verletzungsschwere ist die Tatsache, dass die Gruppe der Carotidisdissektionen in unserer Studie in der Präklinik signifikant

schlechtere GCS-Werte aufweist. Dazu passend zeigte eine Studie von McKevitt et al. [53] mit Hilfe einer multivariaten Analyse, dass ein GCS-Wert  $\leq 8$  als prädiktiver Risikofaktor für Carotisverletzungen zu sehen ist.

Die steigende Inzidenz in der Literatur und unsere Studienergebnisse decken sich mit der Vermutung einiger Autoren, dass immer noch ein merklicher Anteil von Patienten mit cerebrovaskulären Verletzungen übersehen wird, [19,25] bzw. die Inzidenz höher liegt, als vormals gedacht [20,46,54,55].

Durch die oben beschriebenen Besonderheiten dieser Patientengruppe hoffen wir, dass die betroffenen Patienten leichter identifiziert werden können.

## 5.2 Outcome

In unserem Kollektiv wiesen die Prognose-Scores TRISS und RISC auf Signifikanzniveau eine deutlich geringere Überlebenswahrscheinlichkeit im Vergleich zu Patienten ohne Carotidisdissektion auf. Ebenso zeigte die Mortalität dieser Gruppe höhere Werte. Daraus kann gefolgert werden, dass die Diagnose einer Carotidisdissektion unter Umständen ein äußerst ungünstiger Prognose- und Outcomefaktor ist. Deshalb ist eine frühzeitige und sichere Diagnose dieser Verletzungsentität zwingend erforderlich, denn das Übersehen dieser Verletzungen kann bei einigen Patienten zu verheerenden Folgen führen [56]. So werden bei BCVI-Patienten Apoplexraten von bis zu 60 % berichtet [20,23,29,45,46,57,58]. In unserem Kollektiv sehen wir eine Infarktrate von 47,8 %. Diese ist am oberen Ende der in der Literatur berichteten Werte angesiedelt. Allerdings ist dieser Wert wiederum im Kontext unseres Patientenkollektivs zu sehen. Bei polytraumatisierten Patienten ist die initiale Therapie dieser Läsionen mittels Antikoagulation auf Grund zu großer Blutungsgefahr meist nicht durchführbar. In der Literatur wird aber ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Therapie mittels Antikoagulation und deutlich weniger neurologischen Komplikationen gesehen [46,57,59].

Stein et al. [46] beschreiben einen signifikanten Unterschied der Strokerate zwischen Patienten mit Therapie (3,9 %) bzw. ohne (25,8 %). Cothren et al. [57] berichten ebenfalls über eine deutlich höhere Häufigkeit von neurologischen Komplikationen bei nicht adäquat therapierten Patienten. Diese lag bei ihrer Untersuchung bei 21 % gegenüber 0,5 % bei primär Asymptomatischen mit adäquater Therapie. Eine weitere Studie von Wick et al. [56] zeigte signifikant höhere Strokeraten bei BCVI Patienten mit übersehener Verletzung und bei Personen, bei denen ein neu eingeführtes Screeningschema noch nicht durchgeführt wurde.

Stein et al. [46] fanden in ihrer Untersuchung zwar ein niedrigeres Strokerisiko bei Therapierten, aber bei ihrer Untersuchung hatten 44 % der Strokepatienten ihre Infarkte bereits bei Aufnahme und ca. ein Drittel der Patienten wiesen durch weitere Verletzungen Kontraindikationen für eine Therapie auf. Daraus schlossen sie, dass die Mehrheit der durch BCVI verursachten Infarkte nicht verhindert werden kann.

Diese Einschätzung ist sicherlich zutreffend und deckt sich auch mit unseren Studienergebnissen.

Ein Blick auf die beschriebene Mortalität legt ebenso das potentiell schlechte Outcome dar. Sie beträgt in dieser Verletzungsgruppe laut Literatur 13 % - 59 % [45,46,56,60]. Die Mortalität speziell für Verletzungen der A. carotis wird von Miller et al. [20] mit 25 % angegeben. Cothren et al. [57] fanden unter Carotisverletzten mit neurologischem Event eine Mortalität von 32 %, ohne neurologisches Event betrug diese 7 %. Die Schlaganfall-assoziierte Mortalität betrug in beiden Studien 21 % [20,57]. In unserem Kollektiv verstarben 34,6 % der Patienten mit Carotidisdissektion. Allerdings starben nur 4 der 26 Polytraumatisierten mit Carotisverletzung an deren Folgen. Somit können wir die Letalität der Carotidisdissektion auf 15,4 % schätzen. Die weiteren Personen verstarben an Begleitverletzungen (siehe Seite 74-75).

Bei der Betrachtung der Standardized Mortality Ratio zeigt sich, dass in unserem Traumazentrum weniger Patienten starben als durch das Prognosetool RISC vorhergesagt. Die erwartete Letalität für die Gruppe der Carotidisdissektionen beläuft sich auf 44,1 %, wobei die tatsächliche Letalität mit 34,6 % ermittelt wurde. Andererseits zeigt der Vergleich der SMR in beiden Gruppen keinen deutlich erhöhten Wert in der Gruppe der Carotisverletzten. Da hier die Carotidisdissektion nicht in die Berechnung des RISC und somit nicht in die Berechnung der SMR eingeht, können wir daraus schließen, dass die deutlich höhere Mortalität in dieser Gruppe nicht von der Carotidisdissektion selbst ausgeht. Diese These unterstützt ebenso die o. g. Letalität der Carotidisdissektion von nur 15,4 %. Des Weiteren deutet dies wiederum darauf hin, dass Patienten mit Halsgefäßverletzungen schwerer verletzt sind und aufgrund dessen eine schlechtere Prognose, sowie eine höhere Mortalität aufweisen als Patienten ohne Carotidisdissektion.

Eine Untergruppe unserer Personen mit Carotidisdissektion weist ein deutlich schlechteres Outcome auf. Hierbei handelt es sich um zuverlegte Patienten. Sowohl das Prognosetool RISC, als auch die beobachtete Letalität zeigen im Vergleich zu primären Personen mit Carotidisdissektion deutlich höhere Werte. Allerdings muss hierbei erwähnt werden, dass der RISC der Zuverlegten durch die dabei unvollständige Datenerhebung in seiner Aussagekraft angezweifelt werden muss.

Interessanterweise verhalten sich die Werte für die Gruppe „zuverlegt ohne Carotidisdissektion“ genau anders herum. Hier zeigen die primären Patienten höhere Werte als die Zuverlegten.

Von den Patienten, die einen Infarkt erlitten hatten, starben 45,5 %. Vergleichbare Zahlen liefert hier die Studie von Stein et al. [46]. Sie sahen eine Mortalität von 50 % in ihrer Infarktgruppe.

Nur ein Patient unserer Infarktgruppe konnte gut erholt entlassen werden. Dies weist eindrücklich das schlechte Outcome der Betroffenen mit cerebralem Infarkt aus.

Erwähnenswert sind ebenfalls die sozialmedizinischen Aspekte der mit BCVI assoziierten Schlaganfälle. Es sind vor allem junge Patienten (Altersdurchschnitt in unserer Untersuchung  $31,5 \pm 15,2$  Jahren) betroffen und folglich besteht ein hohes Risiko für gravierende Langzeitmorbidity. Zu dieser Tatsache diskutieren Lenz [23] und Kaye [58] berechtigterweise einerseits sehr hohe Kosten für die Familien, Krankenkassen und Versicherer und andererseits große psychosoziale Probleme im Umfeld der Unfallopfer [23,58].

Diesen Argumenten können wir nur beipflichten und sie mit Zahlen untermauern. Allerdings nicht bezogen auf Schlaganfallopfer, sondern auf Personen mit Carotidisdissektionen im Allgemeinen. So wiesen Patienten mit Carotidisdissektion sowohl eine im Mittel um 2,2 Tage längere Beatmungsdauer, einen um 4,3 Tage längeren Intensivaufenthalt und eine um 8,1 Tage längere Liegedauer im Krankenhaus auf.



## 5.3 Screening

Wie oben erwähnt, zeigt ein geringer Teil der Patienten bereits bei Aufnahme im Schockraum neurologische Symptome, bzw. eine ischämische Hirnschädigung ist bereits eingetreten. Diese effektiv zu therapieren, ist ein sehr schwieriges Unterfangen, wenn nicht gar unmöglich [46,59].

Bei dem überwiegenden Teil der BCVI-Patienten lässt sich eine Latenzzeit von mehreren Stunden bis Monaten bis zum Auftreten von neurologischen Symptomen beobachten. Die Mehrzahl entwickelt diese Symptome allerdings in einem Zeitraum von 10-72 Stunden [19,22,29,47,55,57,61–64].

Gerade auf Grund dieser Charakteristik der cerebrovaskulären Verletzungen wurden in den letzten drei Jahrzehnten große Mühen darauf verwendet, Screeningkriterien zu definieren und geeignete Screeningverfahren zu etablieren. Denn die meisten Autoren gehen davon aus, dass eine frühe Diagnose mit sofortigem Therapiebeginn zu einem besseren Outcome führt und ischämische Folgen verhindert [20,22,30,45,54,55,59,61]. Nur einige Autoren zweifeln daran, dass durch aggressives Screening therapierbare Läsionen gefunden werden und das Outcome der Patienten verbessert wird [46,65].

Mit wachsendem Verständnis dieser Verletzungen begann eine kontroverse Diskussion über Screeningkriterien. Dabei etablierten hauptsächlich zwei Arbeitsgruppen aus Memphis und Denver ihre Kriterien in der Literatur. Diese wurden über die Jahre laufend modifiziert [19,20,28,29,45,49,51,66]. Im Fokus dieser Screeningkriterien stehen einerseits die Zeichen und Symptome für Zervikalarterienverletzungen, wie beispielsweise arterielle Blutung, fokalneurologisches Defizit, Infarkt im CT. Andererseits finden sich dort auch Risikofaktoren, wie z.B. Hochgeschwindigkeitstrauma, Le Fort II und III, Schädelbasisfrakturen, HWS Frakturen und schwere Thoraxverletzungen in Kombination mit schwerem SHT (vgl. Tabelle 29) [20,28,29].

Allerdings ist die Zusammensetzung dieser Screeningkriterien je nach Institution verschieden. Im Zuge der Diskussion über die genauen Inhalte derselben wurden immer mehr Stimmen laut, die eine Liberalisierung fordern [29,30,67–69]. Zugleich

wurde festgestellt, dass eindeutige Screeningkriterien für jede Traumainstitution ein Muss darstellen [50,69].

***Tabelle 29*** zeigt die klassischen Denver Screenigkriterien [29].

Klinische Zeichen und Symptome:

- Arterielle Blutung
- Arterielle Strömungsgeräusche
- Ausgedehntes cervikales Hämatom
- Fokal neurologisches Defizit
- Neurologie durch CT unerklärt
- Infarkt in zweitem CT

Risikofaktoren:

- Le Fort II oder III
- Folgende HWS Frakturen: Subluxation, Frakturen durch das Foramen transversum, Frakturen der HWK 1-3
- Schädelbasisfrakturen mit Beteiligung des Canalis caroticus
- Felsenbeinfrakturen
- Diffuses axonales Trauma mit GCS < 6
- Beinahe Erhängen

Die Modifikationen in den letzten Jahren bezogen sich auf den Vorschlag weiterer Kriterien, die ein hohes Risiko für begleitende zervikale Gefäßverletzungen mit sich bringen. Als hoch prädiktiv werden unter anderem Frakturen der Halswirbelsäule angesehen. Dabei sind sich die unterschiedlichen Arbeitsgruppen jedoch nicht einig

darüber, ob ein Screening bei jeder HWK Fraktur [20,30], ausgenommen Proc. spinosus Frakturen, sinnvoll ist, oder ob nur ein Screening bei speziellen HWS Verletzungen [28,29], wie Subluxation, Frakturen durch das F. transversum oder Frakturen von HWK1-HWK3 durchgeführt werden sollte. In unserem Kollektiv hatten nur 30,8 % der Patienten mit Carotidisdissektion eine Fraktur der Halswirbelsäule und nur 7,7 % erlitten eine Luxations-/Subluxationsfraktur. Somit zeigten nur 25 % der Patienten mit Carotidisdissektion und Halswirbelfrakturen eine Luxation/Subluxation. Aus unserer Sicht ist bei dieser Diskussion ein ausschließliches Screening ausgewählter Halswirbelfrakturen nicht sinnvoll. Emmet et al. [30] empfehlen ebenso ein Screening aller Halswirbelfrakturen.

Als weitere Modifikationen schlugen Burlew et al. [29] zuletzt Mandibulafrakturen, komplexe Schädelbasisfrakturen und schwere Gesichtsverletzungen sowie schweres Thoraxtrauma kombiniert mit schwerem Schädelhirntrauma zur Erweiterung der Screeningalgorithmen vor. Emmet et al. [30] sehen die Sensitivität der CT-Angiographie als nicht ausreichend für die Verwendung als Screeningmodalität. Deshalb raten sie dazu, einen positiven bzw. fragwürdigen CT Befund als Kriterium zum Screening mittels digitaler Subtraktionsangiographie einzuführen [30].

In einem Review untersuchte Franz et al. [18] neun Screeningkriterien auf deren Aussagekraft. Dabei beschreibt er einen signifikanten Zusammenhang zwischen BCVI und Halswirbelsäulenfrakturen sowie Thoraxverletzungen.

Unsere Analyse der Begleitverletzungen lässt erkennen, dass Schädelhirntrauma, Thoraxtrauma und Abdominaltrauma sehr häufig vorhanden sind. Bei jeder dieser Verletzungsentitäten waren mindestens 50 % der Patienten mit Carotidisdissektion betroffen (siehe Seite 56-65). Bemerkenswert ist dabei die Häufigkeit von schwersten Abdominaltraumata. Wir konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Carotidisdissektion und AIS-Abdomen  $\geq 1$  feststellen. Allerdings sind bei dieser Vorgehensweise auch lumbale Wirbelsäulenverletzungen mit inkludiert. Eine anderweitige Analyse lässt die Struktur unserer Datenbank leider nicht zu. Somit können wir keine direkte Aussage zu alleinigen Abdominaltraumata treffen. Ein derartiger Zusammenhang wurde bisher in der Literatur nicht eingehender diskutiert. So fand dies bisher keine Berücksichtigung bei den gängigen Screeningkriterien. Franz et al. [18] fanden für diese Verletzungsart keinen signifikanten Zusammenhang mit Verletzungen der Halsgefäße.

Eine weiterführende Analyse der Begleitverletzungen, bei der die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter beispielsweise allen Thoraxtraumata bestimmt wird, ließ die Größe und Struktur unserer Datenbank leider nicht zu.

Jedenfalls herrscht Einigkeit darüber, dass selbst durch die oben beschriebenen Modifikationen ein gewisser Anteil der Patienten mit BCVI keine konventionellen Screeningkriterien aufweisen [29,30,46].

Die Prozentwerte für Patienten mit BCVI und fehlenden Screeningkriterien liegen je nach Weite der verwendeten Kriterien zwischen 6,8 %-37,5 % [25,29,30,45,46,51]. In Bezug auf die konventionellen Kriterien aus Denver werden Raten von ca. 20 % berichtet [29,46]. Bei unserer Untersuchung fanden wir bei 53,8 % der Patienten mit Carotidisdissektion fehlende Screeningkriterien (siehe Seite 66).

Daraus resultiert die Gefahr, einige Patienten zu übersehen und einem hohen Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko auszusetzen. Um dieser Tatsache entgegenzuwirken, wurden verschiedene Konzepte vorgeschlagen. Große Vorteile werden jedoch in der noninvasiven Screeningtechnologie mittels CT gesehen, die v. a. in liberaler Anwendung das Potential hat, diese 20 % zu erkennen [30,45,46,51,62].

Zur Entwicklung des BCVI Screenings:

Seit gut 30 Jahren wird versucht, diese Verletzungsform frühzeitig zu erkennen und damit neurologische Folgen zu verhindern. Der Goldstandard in der Erkennung der cerebrovaskulären Verletzungen war über Jahrzehnte die digitale Subtraktionsangiographie, die es ermöglichte, in einer 4-Gefäßdarstellung diesen Bereich sicher zu evaluieren [21,46,52,69].

Allerdings zeigen sich gerade bei polytraumatisierten Patienten einige Schwierigkeiten und Limitationen dieser Untersuchungsmethode. Die Durchführung dieses Screenings ist sehr kosten- und zeitintensiv und benötigt Experten auf diesem Gebiet [21,45,69,70]. Da heute, wie oben beschrieben, davon ausgegangen wird, dass eine schnellstmögliche Diagnose zu einem besseren Outcome führt, müsste es konsequenterweise möglich sein, diese Untersuchung im Bedarfsfall über 24 Stunden sofort durchführen zu können. Es ist fraglich, ob die Ressourcen gerade in

den kleineren Krankenhäusern dafür ausreichen würden. Des Weiteren ist der Transport und die Durchführung der Untersuchung bei Polytraumapatienten mit immensem Aufwand an Personal und Geräten verbunden, ganz abgesehen davon, dass Notoperationen oft nicht die Zeit für eine weitere, lange dauernde Diagnostik lassen. Weiterhin besteht bei der Ausführung der Angiographie ein Komplikationsrisiko von 0,1 %-2,9 % je nach Quelle [20,30,52,57,64,70].

Versuche, diese doch sehr invasive Untersuchungsmethode durch eine dopplersonographische Screeninguntersuchung zu ersetzen, wurden schnell eingestellt. Gründe hierfür sind vor allem die hohe Anwenderabhängigkeit dieser Methode, genauso wie eine lange Untersuchungsdauer [45,62]. Hinzu kommen Hindernisse im Untersuchungsgebiet durch Cervikalstützen oder zentrale Venenkatheter in der V. jugularis sowie technische Probleme bei der Darstellung der A. vertebralis und der A. carotis im Bereich der Schädelbasis [47,48,62]. Mutze et al. [47] fanden zudem in ihrer Studie eine mangelhafte Sensitivität von 38,5 %. Auch andere Autoren [71,72] beschreiben ungenügende Sensitivitäten. Aus den genannten Gründen ist diese Methode im Schockraum als Screening für cerebrovaskuläre Verletzungen ungeeignet [47,48]. Allerdings wurde explizit auf die gute Eignung als Untersuchungsmethode für die Reevaluierung der Verletzungen hingewiesen [23,48].

Eine weitere mögliche Screeningmodalität ist die MR-Angiographie, die aussagekräftige Bilder auch ohne Kontrastmittelapplikation liefern kann [23,50,73]. Um eine Carotidisdissektion sicher nachweisen zu können, ist nach heutigem Stand der Technik dennoch eine Kontrastmittelapplikation nötig [73]. Unter diesen Umständen ist dann jedoch eine sehr hohe diagnostische Sicherheit dieser Methode gegeben [73]. Allerdings ist die MR-Tomographie eine ebenso zeitintensive, wie teure Untersuchung und oft nicht rund um die Uhr verfügbar [50]. Hinzu kommt das benötigte Spezialequipment, das einer nicht zu unterschätzenden Vorbereitungs- und Anlagezeit bei beatmeten Patienten bedarf und vorgehalten werden muss [45,50,74]. Andererseits können metallische Hilfsmittel, wie z.B. ein Fixateur externe diese Untersuchung unmöglich machen [48]. Ebenso wurde eine schlechte Sensitivität bezüglich zervikalarterieller Verletzungen berichtet. Miller et al. [20] zeigten eine Sensitivität für Carotisverletzungen von 50 % und für Vertebralisverletzungen von 47 %. Biffi et al. [75] gibt für BCVI eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 67 %. Aus diesen Gründen ist die Gefäßdarstellung

mittels MRT ebenfalls ungeeignet für die initiale Suche nach Gefäßverletzungen im Halsbereich [50,62].

Anfang des neuen Jahrtausends hielten die mehrzeiligen Computertomographen Einzug in die radiologischen Institute und Notaufnahmen. Damit kam es zu einer stetigen Verbesserung der berichteten Sensitivität bezüglich BCVI. Bei 4- und 8-zeiligen Geräten wurden noch ungenügende Werte festgestellt, so zeigten Miller et al. [20] 2002 eine Sensitivität für Carotisverletzungen von 47 % und für Vertebralisverletzungen von 53 %. Biffi et al. [75] beschrieben ebenfalls im Jahr 2002 eine Sensitivität von 68 %. Den Durchbruch und Beginn einer neuen Ära in der Früherkennung der cerebrovaskulären Verletzungen stellte die Entwicklung von Computertomographen mit 16 und mehr Zeilen dar. Diese stellen in sehr kurzer Zeit qualitativ hochwertige Bilder her.

Borisch et al. [21] untersuchten die Bildqualität der CT-Angiographie bei einem 16-zeiligen Gerät. Dabei zeigten sie ausgehend von 3642 Einzelbildern von 87 Polytraumapatienten, dass der Gefäßkontrast in 93,2 % als gut eingestuft werden konnte und in 99,8 % der Einzelbilder als mindestens ausreichend. In Bezug auf Artefakte, die die Evaluation der Bilder behindern, fanden sie bei 67,3 % der Gefäßabschnitte keine Artefakte, bei 28,0 % kleine Artefakte und bei 4,7 % solche, die die Diagnose beeinträchtigen. Die Mehrzahl der Artefakte wurde durch Zahnimplantate hervorgerufen. Andere Ursachen waren Knochen, Patientenbewegungen oder pulsierende Strukturen [21].

Malhotra et al. [48] bewerteten 79 % ihrer CTAs mit guter Qualität, 17 % als suboptimal und 4 % als nicht beurteilbar. Bei ihnen stellten allerdings „beam hardening“-Artefakte den Hauptteil der Artefakte dar, gefolgt von Fremdkörpern, wie Zahnersatz oder Osteosynthesematerial [48].

Die aktuelle Studienlage zeigt leider keine eindeutige Sensitivität für die neue Generation von CT-Geräten auf. Vielmehr weichen die gefundenen Sensitivitäten deutlich voneinander ab. Eastman et al. [49] publizierten 2006 eine Sensitivität von 97,7 %, eine Spezifität von 100 % und einen negativen prädiktiven Wert von 99,3 %. Dabei untersuchten sie ebenfalls die Sensitivität für Carotis- bzw. Vertebralisverletzungen getrennt voneinander und fanden so entsprechend 100 %

bzw. 96,1 %. Ihr untersuchtes Kollektiv umfasste 146 Patienten, die zuerst mittels CTA und anschließend ebenfalls per DSA untersucht wurden [49].

In einer weiteren Studie mit 92 Patienten mit CTA und anschließendem DSA fanden Malhotra et al. [48] eine Sensitivität von 74 %, eine Spezifität von 86 % und einen negativ prädiktiven Wert von 90 %. Allerdings haben sie alle sechs falsch Negativen in der ersten Studiehälfte diagnostiziert, was dazu führt, dass die Sensitivität und der negative prädiktive Wert bei alleiniger Betrachtung der zweiten Studiehälfte 100 % erreichen würden. Dazu diskutieren sie selbst eine Lernkurve in der Benutzung der Rekonstruktionssoftware bzw. in der Erfahrung mit dieser Bildgebungsmethode. Ferner wird in dem Diskussionsteil dieser Publikation die Frage gestellt, ob die Radiologen in der zweiten Studiehälfte weniger aggressiv kleinste Läsionen diagnostizierten [48].

Sliker et al. [62] ermittelten bei 108 BCVI-Patienten, die mit CTA und DSA untersucht wurden, folgende Sensitivitäten. Für CTA ergab sich eine Sensitivität bzw. Spezifität für Carotisverletzungen von 64 % bzw. 94 %, für Vertebralisverletzungen von 68 % bzw. 100 %. Weiterhin ermittelten sie die Sensitivität und Spezifität für die in die Polytraumaspirale integrierte Angiographie der Zervikalarterien. Diese beliefen sich auf 69 % und 82 % für Carotisverletzungen sowie auf 74 % und 91 % für Vertebralisverletzungen. Allerdings wurde bei dieser Untersuchung nicht jedes Ergebnis mittels DSA Untersuchung bestätigt [62]. Somit kann hier nicht von exakten Werten ausgegangen werden.

Utter und Kollegen [28] untersuchten 372 Patienten. 271 (73%) hatten ein unauffälliges CT, von diesen wurde bei 82 (30 %) zusätzlich eine konventionelle Angiographie durchgeführt. Dabei fanden sie allerdings sieben Läsionen, was zu einem negativen prädiktiven Wert von 92 % führte. Nach retrospektiver Durchsicht der initialen CT-Bilder dieser sieben Patienten kamen sie zu der Erkenntnis, dass bei fünf Patienten die Verletzung gesehen hätte werden können. Bei einem verhinderte ein Zahnimplantat die Diagnose und die Gefäßirregularität bei dem noch fehlenden Patienten war höchstwahrscheinlich nicht traumatisch bedingt. Daraus folgerten sie, dass Radiologen bei Personen mit Screeningkriterien auf die zervikalen Gefäße besonders Acht geben müssen [28].

Eine weitere Studie, bei der die Radiologen zum Hauptkritikpunkt bezüglich der mangelhaften Sensitivität werden, wurde von Goodwin et al. [76] durchgeführt. Sie ermittelten die Sensitivitäten von einem 16-zeiligen Computertomographen und einem 64-Zeiler, indem sie 158 Patienten binnen 48 Stunden mittels konventioneller Angiographie nachuntersuchten. Dabei fanden sie 27 Patienten mit cerebrovaskulären Verletzungen, 16 falsch Negative und 4 falsch Positive. Dies führte zu einer Sensitivität und Spezifität des 16-Zeilers von 29 % und 97 %. Für das 64-zeilige Gerät konnten sie entsprechende Werte von 54 % und 97 % ermitteln [76]. Die Auswertung der Daten erfolgte aufgrund der Befunde der initialen Bildgebung und des diensthabenden Belegradiologen, nicht wie bei Eastman [76], deren eingehende Befunde ausschließlich durch Neuroradiologen gestellt wurden. Daher sind diese Ergebnisse bezüglich der Sensitivität der computertomographischen Angiographie äußerst zweifelhaft, da hier durch die fehlende Expertise in der Befundung nicht die Fehler der Technik ermittelt wurden, sondern ebenso die Fehlinterpretation im laufenden Betrieb miterfasst worden sind [60,69]. Demzufolge können diese Werte nicht das Potential der CTA widerspiegeln, sondern zeigen höchstens die Validität dieser Methode im Klinikbetrieb.

In der größten Studie zu diesem Thema untersuchten DiCocco und Kollegen [52] 684 Patienten mittels CTA und anschließend mit DSA und fanden dabei 90 BCVI-Patienten. Dabei ermittelten sie eine Sensitivität von 51 %. Bei Beschränkung auf Carotisverletzungen zeigte sich eine Sensitivität von 50 % und bei Vertebralisverletzungen von 53 %. Die Spezifität und der negative prädiktive Wert betrugen 97 % und 98 %. In dieser retrospektiven Studie wurden die Bilder durch Neuroradiologen begutachtet. Allerdings gaben die Autoren an, dass sie bei einem falsch negativen Ergebnis das CT Angiogramm nicht noch einmal durchgesehen haben, um festzustellen, ob man die Verletzung doch hätte sehen können. Nach ihrer Vermutung führen technische Probleme und radiologische Fehlinterpretationen zu einer ungenügenden Sensitivität [52].

Roberts und Mitarbeiter [77] nutzten diese und weitere Studien für eine Metaanalyse. Dabei ermittelten sie eine Sensitivität für die Diagnose von cerebrovaskulären Verletzungen durch CT Angiographie von 66 % und eine Spezifität von 97 %. Die Sensitivität und Spezifität für die Diagnose von Carotisverletzungen war 71 % und 99 % und für Vertebralisverletzungen 69 % und 99 %.



Die jüngste Arbeit zu diesem Thema kommt von der Arbeitsgruppe aus Memphis. Paulus et al. [70] wiederholten die oben beschriebene Studie von DiCocco et al. [52] mit dem Unterschied, dass sie anstatt dem 32-zeiligen Computertomographen einen 64-Zeiler benützten. So untersuchten sie 594 Patienten mit CTA und DSA und fanden 128 BCVI-Patienten. Die Sensitivität, bezogen auf die Patientenzahl, betrug 84 %. Da einige Patienten mehrere Gefäßverletzungen aufwiesen, berechneten sie ebenso die Sensitivität pro Gefäß. Diese betrug 68 %. Aus diesen Werten schlossen sie, dass ab sofort die CTA die DSA Untersuchung als primäres Screeningtool ablösen wird [70].

Aufgrund dieser nach heutigem Stand doch nicht so optimalen Zahlen für das Screening cerebrovaskulärer Verletzungen mittels CT-Angiographie stellt sich die Frage, ob diese Methode so überhaupt durchgeführt werden sollte. Dazu äußerten sich Biffi und Moore [69] wie folgt: Sie zweifelten daran, dass mangelhafte Technologie das Hauptproblem für die schlechte Sensitivität sei. Eher sahen sie das Problem bei der fehlerhaften Befundung der Untersuchungsergebnisse. Weiter führten sie an, dass zwar bei der Studie von DiCocco et al. [52] auch höhergradige Verletzungen übersehen wurden, aber keine neurologischen Komorbiditäten als Folgen davon berichtet worden sind. Ferner gehen sie davon aus, dass, wenn das Screening mittels konventioneller Angiographie auf Hochrisikopatienten beschränkt würde, so mehr Patienten mit BCVI übersehen werden als durch breites Screening mittels CTA - trotz mangelnder Sensitivität. Des Weiteren beschreiben sie den Kostendruck in der heutigen Zeit. Es sei kein kosteneffektives Vorgehen, wenn tausende von Patienten durch DSA-Untersuchungen geschleust werden, um ein paar in der CTA übersehene und fragwürdige Läsionen zu entdecken. Für die Zukunft merken sie an, dass eine ideale Sensitivitätsstudie aufgrund von personellen, ethischen und Kostengründen nicht so leicht auf die Beine zu stellen ist und deshalb das Evidenzlevel 1 nicht so schnell verfügbar sein wird [69].

Diesen Ausführungen stimmen wir zu. Wie oben beschrieben, konnte in den meisten Studien [48,52,62,76] bedingt durch das Studiendesign nicht die technisch mögliche Sensitivität ermittelt werden. Des Weiteren möchten wir hier noch einmal betonen, dass durch viele Untersuchungen gezeigt werden konnte, dass eine liberale Anwendung der CT-angiographischen Bildgebung die Rate der übersehenen zervikalarteriellen Verletzungen deutlich senken kann [30,45,46,51,62].

Gerade im Schockraum besteht ein hohes Risiko cerebrovaskuläre Verletzungen zu übersehen [23,56]. Dies liegt einerseits darin begründet, dass bei beatmeten Patienten seit dem Unfallgeschehen häufig keine Einschätzung des neurologischen Status bekannt ist oder durchgeführt werden kann [25]. Andererseits besteht oft durch Indikationen zu Notoperationen akuter Zeitdruck, der eine spezielle Bildgebung, beispielsweise mittels „Digitaler Subtraktions-Angiographie“, nicht zulässt.

Normalerweise durchläuft jeder polytraumatisierte Patient im Rahmen der initialen Diagnostik ein Polytrauma-CT. Die genauen Untersuchungsprotokolle variieren dabei zwischen den verschiedenen Kliniken. Sliker und Mitarbeiter [62] zeigten in ihrer Untersuchung, dass die Integration der angiographischen Darstellung der Zervikalarterien in die Polytraumaspirale ohne Probleme möglich ist und es keinen signifikanten Unterschied zwischen der CTA als Einzeluntersuchung und der integrierten Darstellung der Polytraumaspirale gibt.

Auch andere Autoren [21,46,51,56,78] führten ihre Untersuchungen mittels Polytraumaspirale durch. Dabei beschrieben sie einen einfachen Untersuchungsablauf, keine zusätzliche Strahlung bzw. Kontrastmittelgabe [78] und vor allem einen enormen Zeitgewinn gegenüber früheren Screeningmethoden [56].

So berichteten Wick et al. [56] über eine mittlere CT-Dauer von 19 Minuten. Wir können über eine mittlere Zeit von der Abfahrt ins CT bis zum Ende der CT-Diagnostik von 16,4 Minuten berichten. Bei Patienten mit Carotidisdissektion lassen sich hierbei sogar signifikant kürzere Zeiten (im Mittel 14 Minuten) feststellen. Dies liegt eventuell darin begründet, dass es sich bei dieser Gruppe um sehr schwer verletzte Patienten handelt, bei denen alle Beteiligten höchst konzentriert arbeiten, um die Zeit bis zum Abschluss der Diagnostik möglichst kurz halten zu können.

Zwischen Schockraumeintritt und Ende der Computertomographie vergingen bei uns im Mittel 35,9 Minuten. Diese Zeiten sind mit anderen Diagnoseverfahren in keinem Fall zu erreichen. Somit stellt das MSCT in diesem Punkt den Goldstandard dar.

In der Zusammenschau der angeführten Punkte plädieren wir für eine initiale Untersuchung der Halsgefäße mit Kontrastmittel-Computertomographie. Diese sollte

regelhaft in das Untersuchungsprotokoll bei Polytrauma aufgenommen werden. Dieser Meinung ist auch die Arbeitsgruppe um Bruns [78], die ihre Polytraumapatienten, ähnlich wie wir in unserem Traumazentrum, zuerst mit einem nativen CCT untersucht und anschließend einen Scan mit Kontrastmittelgabe vom Circulus wilisii bis über das Becken hinaus durchführt. Sie fanden in ihrem BCVI-Kollektiv bei 30 % der Patienten fehlende Screeningkriterien und schlossen daraus, dass ein Festhalten an den Screeningalgorithmen dazu führt, dass viele Fälle übersehen werden.

Gänzlich außer Acht gelassen wurden bisher die Aussagen der „S3 Leitlinie Schwerverletztenversorgung“ [13] zur Diagnostik von Halsgefäßverletzungen bei Schwerverletzten.

- „Zur Feststellung von Art und Schwere der Verletzung sollte bei hämodynamisch stabilen Patienten eine Computertomografie der Halsweichteile durchgeführt werden.“ ([13] S. 261)
- „Offene Halstraumen mit akuter Blutung sollten zunächst komprimiert und anschließend unter chirurgischer Exploration versorgt werden.“ ([13] S.262)
- „Bei gedeckten Halstraumen sollte eine Abklärung des Gefäßstatus erfolgen.“ ([13] S. 262)

Die beschriebene Abklärung soll primär mittels Dopplersonographie und Angiographie durchgeführt werden. Die Autoren präferieren hierbei sogar die Dopplersonographie [13]. Allerdings stammt diese Leitlinie aus dem Jahr 2011 und die getroffenen Aussagen beziehen sich teilweise auf Literatur aus den Jahren 1979, 1996 und 2000 ([13] S. 261-263). Seitdem hat sich gerade auf diesem Gebiet einiges verändert, weshalb diese Handlungsempfehlung dringend geprüft werden sollte. Hierbei plädieren wir aus o. g. Gründen für eine Standardisierung der CT-Diagnostik, die eine angiographische Untersuchung der Halsgefäße mit einschließt.

Vielleicht gelingt es uns durch eine Sensibilisierung für dieses Thema und eben durch die Einführung einheitlicher CT-Protokolle das anfangs genannte, ehrgeizige Ziel der Bundesregierung zur Verringerung der Verkehrstoten tatkräftig zu unterstützen.

## 6 Zusammenfassung

Carotidisdissektionen sind Verletzungen der Halsgefäße, die spontan oder traumatisch bedingt sein können. Die beschriebene Inzidenz von Carotisverletzungen traumatischen Ursprungs schwankt zwischen 0,39 % und 4,6 % [20,21,49]. Wir fanden eine Inzidenz von 5,0 % in unserem Gesamtkollektiv von 543 Patienten. Bei polytraumatisierten Patienten mit ISS  $\geq 16$  (396) ließ sich eine Inzidenz von 6,6 % ermitteln.

Hauptursachen für dieses Verletzungsbild stellten Motorradunfälle (10 %) und PKW/LKW Unfälle (7,8 %) dar. Hinsichtlich der Altersverteilung wiesen die Gruppen von 26-35 Jahre (12 %) und von 56-65 Jahre (10,7 %) die größte Häufigkeit dieses Traumas auf. Des Weiteren waren Frauen mit Carotidisdissektion in unserer Auswertung etwas überrepräsentiert, allerdings nicht signifikant. Ferner zeigten Personen mit Carotidisdissektion in der Präklinik signifikant schlechtere GCS-Werte.

Eine Analyse der Begleitverletzungen zeigte, dass 46,2 % der Patienten mit Carotidisdissektion zusätzlich ein schweres Schädelhirntrauma mit AIS-Werten  $\geq 4$  hatten. 30,8 % wiesen eine Fraktur der Halswirbelsäule auf, 80,8 % ein Thoraxtrauma. Knapp die Hälfte der Patienten mit Carotidisdissektion und Thoraxtrauma (47,6 %) hatten einen AIS-Thorax  $\geq 4$  und damit ein schweres Thoraxtrauma. Des Weiteren erlitten 57,7% der Carotisverletzten ein Abdominaltrauma.

Eine Analyse der AIS Werte zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen Carotidisdissektion und Verletzungen, die zu einem positiven AIS-Abdomen Eintrag führen, wie etwa Abdominaltrauma oder lumbale Wirbelsäulenfrakturen.

Über eine differenzierte Analyse des ISS und NISS, bei der Patienten, bei denen die Carotidisdissektion in die Berechnung des ISS/NISS einging, ausgeschlossen wurden, konnte gezeigt werden, dass Personen mit Carotidisdissektion signifikant höhere

Werte zeigten und somit schwerer verletzt waren. Hieraus folgerten wir, dass die Carotidisdissektion eine Begleitverletzung bei schwerstem Polytrauma ist.

47,8 % unserer Patienten mit Carotidisdissektion hatten cerebrale Infarkte. Von diesen Patienten verstarben wiederum 45,5%.

Bei Patienten mit Carotidisdissektion wurde eine Mortalität von 34,6 % ermittelt. Bei einem RISC von 44,1 % sahen wir eine Standardized Mortality Rate von 0,78.

Eine genaue Analyse der Todesursachen ergab, dass 44,4 % der verstorbenen Personen mit Carotidisdissektion an den direkten Folgen dieser Verletzung starben. Daraus ergibt sich eine Letalität von 15,4 %.

Es konnte also gezeigt werden, dass die Carotidisdissektion beim Polytrauma keine Rarität darstellt. Ferner zeigte sich ein schlechtes Outcome dieser Patientengruppe. Deshalb sollte das Polytrauma-MSCT Protokoll regelhaft eine Angiographie der Halsgefäße enthalten. Besondere diagnostische Aufmerksamkeit sollte verunfallten Motorradfahrern und schwerst verletzten Patienten ( $ISS \geq 25$ ) gelten.

## 7 Anlage

Erhebungsbogen für Polytrauma © DGU [27]



Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie  
Schwerverletzten-Erhebungsbogen

1

© DGU 01/2009

**S: Stammdaten, Unfall-Anamnese**  
(Unfall-Anamnese, Patientencharakter.)

Index \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - 20 \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
Land PLZ Jahr Patienten-ID

**Patient:** Geburtsdatum \_\_\_\_ M ☐ W ☐

**Unfall-Anamnese:** Unfalldatum \_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ Unfallzeit \_\_\_\_:\_\_\_\_ Uhr

**Ursache:** Unfall ☐  
V. a. Gewaltanwendung ☐  
V. a. Suizid ☐

**Trauma:** stumpf ☐  
penetrierend ☐

**ASA** vor Unfall  
gesund 1 ☐  
leichte Einschränkungen 2 ☐  
schwere system. Einschr. 3 ☐  
lebensbedr. Allgemeinerkr. 4 ☐

**Hergang:**

**Verkehr:** PKW / LKW-Insasse ☐  
Motorradfahrer ☐  
Fahradfahrer ☐  
Fußgänger ☐  
andere (Zug, Schiff,...) ☐  
**Sturz:** über 3 m Höhe ☐  
unter 3 m Höhe ☐  
**Sonstige:** Schlag (Gegenstand, Ast,...) ☐  
Schuss ☐  
Stich ☐  
Anderer ☐

**Zeitpunkt A: Präklinik**  
(Erstbefund, Therapie)

**Vitalparameter**

RR systolisch \_\_\_\_ mm Hg  
Puls \_\_\_\_ /min  
Atemfrequenz \_\_\_\_ /min  
Sauerstoffsättigung (Sp O<sub>2</sub>) \_\_\_\_ %

**Glasgow Coma Scale**

Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort
④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung
③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)
② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)
① keine	② unverständl.	③ Beugekrämpfe
	① keine	② Streckkrämpfe
		① keine

**Summe:** \_\_\_\_ + \_\_\_\_ + \_\_\_\_ = **GCS** \_\_\_\_

**Pupillengröße**

	rechts	links
eng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
weit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Lichtreaktion**

	rechts	links
prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
träge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**NACA-Index (I-VII):** ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

**Alarmzeit** \_\_\_\_:\_\_\_\_ Uhr  
**Eintreffen des Notarztes** \_\_\_\_:\_\_\_\_ Uhr  
**Abfahrt vom Unfallort** \_\_\_\_:\_\_\_\_ Uhr

**Transportmittel**

bodengebunden mit NA ☐ RTH ☐  
bodengebunden ohne NA ☐ selbst / privat ☐

**Verletzungen** (Verdachtsdiagnosen Notarzt)

	keine	leicht	mittel	schwer
Schädel-Hirn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesicht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wirbelsäule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Becken	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Untere Extremitäten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Weichteile	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Therapie** bis zur Klinikaufnahme

Kristalloide ____ ml	Intubation	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
Kolloide ____ ml	Analgesedierung	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
hyperonkotische / hyperosmolare Lösungen ____ ml	Herzmassage	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
	Katecholamine	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>
	Thoraxdrainage	nein <input type="checkbox"/>	ja <input type="checkbox"/>

**WWW.TRAUMAREGISTER.DE**



**Zeitpunkt B: Notaufnahme**

(Aufnahmebefund, Primärdiagnostik, Therapie)

Index \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - 20 \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
Land PLZ Jahr Patienten-ID

**Eintreffen** Datum \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20 \_\_\_\_ Uhrzeit \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr

**Optionale klinikinterne Zusatz-ID:** \_\_\_\_

**Zuverlegung** aus anderem KH: nein ☐ **Zeitpunkt A** ja ☐ **Zeitpunkt B**

Wenn ja: Welches KH? \_\_\_\_\_ KH-Code: \_\_\_\_\_

**Vitalparameter + Atmung**

RR systolisch \_\_\_\_ mm Hg  
Puls \_\_\_\_ /min  
Atemfrequenz (spontan) \_\_\_\_ /min  
Sauerstoffsättigung (Sp O<sub>2</sub>) \_\_\_\_ %  
Bereits bei Ankunft intubiert? nein ☐ ja ☐  
– wenn ja FIO<sub>2</sub> \_\_\_\_  
PaO<sub>2</sub> \_\_\_\_ mm Hg

**Diagnostik** bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

	durchgeführt	Uhrzeit
Sono-Abd.	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Röntgen Thorax	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Röntgen Becken	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Röntgen Wirbelsäule	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CCT	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
CT-Ganzkörper	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr
Rotem / Rotec	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	____ : ____ Uhr

**Glasgow Coma Scale**

Augenöffnen	Verbale Antwort	Motorische Antwort
④ spontan	⑤ orientiert	⑥ Aufforderung
③ Aufforderung	④ verwirrt	⑤ gezielt (Schmerz)
② Schmerz	③ inadäquat	④ ungezielt (Schmerz)
① keine	② unverständl.	③ Beugekrämpfe
	① keine	② Streckkrämpfe
		① keine

**Summe:** \_\_\_\_ + \_\_\_\_ + \_\_\_\_ = **GCS** \_\_\_\_

**Labor** bei Aufnahme

Hb \_\_\_\_ g/dl INR \_\_\_\_  
Thrombozyten \_\_\_\_ / $\mu$ l BE [+/-] [ ] \_\_\_\_ mmol/l  
TPZ (Quick) \_\_\_\_ % Laktat \_\_\_\_ mmol/l  
PTT \_\_\_\_ sec Temperatur \_\_\_\_ °C

**Pupillengröße**

	rechts	links
eng	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
weit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Lichtreaktion**

	rechts	links
prompt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
träge	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
keine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Erster operativer Notfalleingriff:**

☐ Craniotomie (dekompressive Craniotomie)  
☐ Thorakotomie (ohne Thoraxdrainage/Mini-Thorakotomie)  
☐ Laparotomie  
☐ Revaskularisation  
☐ Embolisation  
☐ Stabilisierung Becken  
☐ Stabilisierung Extremität

**Beginn der OP:** \_\_\_\_  
**Schnitt:** \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr

**Weiterversorgung**

SR-Diagnostik regulär beendet? nein ☐ ja ☐  
– wenn ja:  
Weiterverlegung: Früh-OP ☐  
Intensiv ☐  
andere(s) ☐  
Uhrzeit: \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr  
– wenn nein:  
Abbruch wegen: Not-OP ☐  
sonstiges ☐  
Uhrzeit: \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr  
Komplettierung der Diagnostik vor ICU? nein ☐ ja ☐

**Therapie** bis zur Aufnahme auf die (Intensiv-) Station

Kristalloide	____ ml
Kolloide	____ ml
Hyperonk. / Hyperosmol. Lösung	____ ml
Blut	____ EKs
FFP / Frischplasma	____ Einheiten
Thrombozyten	____ Einheiten
Intubation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Herzmassage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Katecholamine	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Thoraxdrainage	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Embolisation	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Akute externe Frakturstabilisierung	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>

(außerhalb des OP)

**Hämostase – Therapie**

rFVIIa	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	Fibrinogen	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
PPSB	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>	andere hämost. Medikamente	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
Antifibrinolytika	nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>		





**Zeitpunkt C: Intensivstation**

(Aufnahmebefund, Verlauf)

Index \_\_\_\_ - \_\_\_\_ - 20 \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
Land PLZ Jahr Patienten-ID

**Eintreffen**

Datum \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20 \_\_\_\_

Uhrzeit \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr

**SAPS II – Score (1. Tag)** \_\_\_\_ Punkte

**Organversagen (SOFA-Score > 2)**

- |                   |                               |                             |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Atmung         | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |
| 2. Koagulation    | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |
| 3. Leber          | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |
| 4. Herz-Kreislauf | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |
| 5. ZNS            | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |
| 6. Niere          | nein <input type="checkbox"/> | ja <input type="checkbox"/> |

**MOV** nein ☐ ja ☐

**Sepsis** nein ☐ ja ☐

**Aufenthaltsdauer / Beatmungstherapie**

Intensivtage nein ☐ ja ☐ \_\_\_\_ Tage

Dauer mech. Beatmung nein ☐ ja ☐ \_\_\_\_ Tage

**Labor** bei Aufnahme

Hb	____ g/dl	INR	____
Thrombozyten	____ / $\mu$ l	BE [ +/- ]	____ mmol/l
TPZ (Quick)	____ %	Laktat	____ mmol/l
PTT	____ sec	Temperatur	____ °C

**Therapie**

FFP \_\_\_\_ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme

EK \_\_\_\_ Einheiten in den ersten 48h nach Intensiv-Aufnahme

Nierenersatzverfahren nein ☐ ja ☐

**Hämostase – Therapie**

rFVIIa nein ☐ ja ☐

PPSB nein ☐ ja ☐

Antifibrinolytika nein ☐ ja ☐

Fibrinogen nein ☐ ja ☐

andere hämost. Medikamente nein ☐ ja ☐

**Zeitpunkt D: Abschluss (1)** (Outcome, Prognosefaktoren, Thromboembolische Ereignisse)

Datum \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 20 \_\_\_\_

☐ verstorben

Uhrzeit \_\_\_\_ : \_\_\_\_ Uhr

☐ überlebt

**Entlassung/Verlegung**

nach Hause ☐

Reha-Klinik ☐

Krankenhaus ☐ Welches KH : \_\_\_\_

sonstiges ☐

**Glasgow Outcome Scale**

gut erholt 5 ☐

mäßig behindert 4 ☐

schwer behindert 3 ☐

nicht ansprechbar 2 ☐

(Nur für Deutschland)

DRG-Nr.: \_\_\_\_

Aufwandpunkte  
Intensivmedizin: \_\_\_\_

**Klinisch relevante thromboembolische Ereignisse**

☐ keine

☐ Herzinfarkt

☐ Lungenembolie

☐ Tiefe Beinvenenthrombose

☐ Apoplex

☐ Andere thromboembolische Ereignisse

Bestand Thromboseprophylaxe: nein ☐ ja ☐



Zeitpunkt D: Abschluss (2) <small>(Diagnosen, Operationen, Therapieschema)</small>		Index			
		Land	PLZ	Jahr	Patienten-ID
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			
Verletzung: _____		Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>			
AIS: _____ offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____					
Operation:		OPS 301		Datum	
1. _____		_____		_____.20__	
2. _____		_____		_____.20__	
Initiales Therapiekonzept: Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>		Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen): _____			

<b>Zeitpunkt D: Abschluss (3)</b> (Diagnosen, Operationen, Therapieschema)		<b>Index</b> _ _ - _ - _ - 20 _ _ - _ - _ <small>Land                      PLZ                      Jahr                      Patienten-ID</small>	
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		
<b>Verletzung:</b> _____ <b>AIS:</b> _ _ - _ - _ - _    offen <input type="checkbox"/> Grad (I-IV): ____ <b>Operation:</b> 1. _____ 2. _____	<b>Diagnosestellung nach Intensiv-Aufnahme?</b> nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>  <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>OPS 301</div> <div>Datum</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>_____</div> <div>_____20__</div> </div> <b>Initiales Therapiekonzept:</b> Damage Control-OP ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> <b>Anzahl weiterer OPs (z.B. Revisionen):</b> ____		

## 8 Literaturverzeichnis

- [illegible]

[illegible]

- [21] Borisch I, Boehme T, Butz B, Hamer OW, Feuerbach S, Zorger N. Screening for carotid injury in trauma patients: image quality of 16-detector-row computed tomography angiography. *Acta Radiol* 2007;48:798–805.
- [22] Redekop GJ. Extracranial carotid and vertebral artery dissection: a review. *Can J Neurol Sci* 2008;35:146–52.
- [23] Lenz M, Bula-Sternberg J, Koch T, Bula P, Bonnaire F. Traumatische Dissektion der A. carotis interna nach HWS-Beschleunigungstrauma. *Unfallchirurg* 2012;115:369–76.
- [24] Biffi WL, Moore EE, Offner PJ, Brega KE, Franciose RJ, Burch JM. Blunt carotid arterial injuries: implications of a new grading scale. *J Trauma* 1999;47:845–53.
- [25] Langner S, Fleck S, Kirsch M, Petrik M, Hosten N. Whole-body CT trauma imaging with adapted and optimized CT angiography of the craniocervical vessels: do we need an extra screening examination? *AJNR Am J Neuroradiol* 2008;29:1902–7.
- [26] Scalea TM, Rodriguez A, Chiu WC, Brenneman FD, Fallon WF, Kato K et al. Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST): results from an international consensus conference. *J Trauma* 1999;46:466–72.
- [27] Leitfaden zur Ausfüllung des Traumaregister – Erhebungsbogens - tr-dgu standardbogen mit leitfaden v03\_09.pdf; 2012 [cited 2014 Dec 13]. Available from: URL:[http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/tr-dgu%20standardbogen%20mit%20leitfaden%20v03\\_09.pdf](http://www.traumaregister.de/images/stories/downloads/tr-dgu%20standardbogen%20mit%20leitfaden%20v03_09.pdf).
- [28] Utter GH, Hollingworth W, Hallam DK, Jarvik JG, Jurkovich GJ. Sixteen-slice CT angiography in patients with suspected blunt carotid and vertebral artery injuries. *J. Am. Coll. Surg.* 2006;203:838–48.
- [29] Burlew CC, Biffi WL, Moore EE, Barnett CC, Johnson JL, Bensard DD. Blunt cerebrovascular injuries: redefining screening criteria in the era of noninvasive diagnosis. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72:330-5; discussion 336-7, quiz 539.
- [30] Emmett KP, Fabian TC, DiCocco JM, Zarzaur BL, Croce MA. Improving the screening criteria for blunt cerebrovascular injury: the appropriate role for computed tomography angiography. *J Trauma* 2011;70:1058-63; discussion 1063-5.
- [31] Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974;2:81–4.
- [32] Fießl H, Middeke M. Anamnese und klinische Untersuchung. 4th ed. Stuttgart: Thieme; 2010. (Duale Reihe).
- [33] Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975;1:480–4.

- [34] Jennett B, Snoek J, Bond MR, Brooks N. Disability after severe head injury: observations on the use of the Glasgow Outcome Scale. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatr.* 1981;44:285–93.
- [35] Rüter A, Adams H. *Unfallchirurgie*. 2nd ed. München [u.a.]: Urban & Fischer; 2008.
- [36] Haasper C, Junge M, Ernstberger A, Brehme H, Hannawald L, Langer C et al. The Abbreviated Injury Scale (AIS). Options and problems in application. *Unfallchirurg* 2010;113:366–72.
- [37] Stoner HB, Heath DF, Yates DW, Frayn KN. Measuring the severity of injury. *J R Soc Med* 1980;73:19–22.
- [38] Osler T, Baker SP, Long W. A modification of the injury severity score that both improves accuracy and simplifies scoring. *J Trauma* 1997;43:922-5; discussion 925-6.
- [39] Ruchholtz S, Lefering R, Paffrath T, Oestern HJ, Neugebauer E, Nast-Kolb D et al. Reduction in mortality of severely injured patients in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2008;105:225–31.
- [40] Hilbert P, Lefering R, Stuttmann R. Trauma care in Germany: major differences in case fatality rates between centers. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107:463–9.
- [41] Lefering R. Development and validation of the revised injury severity classification score for severely injured patients. *Eur J Trauma Emerg Surg* 2009;35:437–47.
- [42] Gabbe BJ, Cameron PA, Wolfe R. TRISS: does it get better than this? *Acad Emerg Med* 2004;11:181–6.
- [43] Schluter PJ. The Trauma and Injury Severity Score (TRISS) revised. *Injury* 2011;42:90–6.
- [44] Cothren CC, Moore EE, Ray CE, Johnson JL, Moore JB, Burch JM. Cervical spine fracture patterns mandating screening to rule out blunt cerebrovascular injury. *Surgery* 2007;141:76–82.
- [45] Fleck SK, Langner S, Baldauf J, Kirsch M, Kohlmann T, Schroeder HWS. Incidence of blunt craniocervical artery injuries: use of whole-body computed tomography trauma imaging with adapted computed tomography angiography. *Neurosurgery* 2011;69:615-23; discussion 623-4.
- [46] Stein DM, Boswell S, Sliker CW, Lui FY, Scalea TM. Blunt cerebrovascular injuries: does treatment always matter? *J Trauma* 2009;66:132-43; discussion 143-4.
- [47] Mutze S, Rademacher G, Matthes G, Hosten N, Stengel D. Blunt cerebrovascular injury in patients with blunt multiple trauma: diagnostic accuracy of duplex Doppler US and early CT angiography. *Radiology* 2005;237:884–92.

- [48] Malhotra AK, Camacho M, Ivatury RR, Davis IC, Komorowski DJ, Leung DA et al. Computed tomographic angiography for the diagnosis of blunt carotid/vertebral artery injury: a note of caution. *Ann. Surg.* 2007;246:632-42; discussion 642-3.
- [49] Eastman AL, Chason DP, Perez CL, McAnulty AL, Minei JP. Computed tomographic angiography for the diagnosis of blunt cervical vascular injury: is it ready for primetime? *J Trauma* 2006;60:925-9; discussion 929.
- [50] Lohrer L, Vieth V, Nassenstein I, Hartensuer R, Niederstadt T, Raschke MJ et al. Blunt cerebrovascular injuries in acute trauma care: a screening protocol. *Eur Spine J* 2012;21:837–43.
- [51] Bonatti M, Vezzali N, Ferro F, Manfredi R, Oberhofer N, Bonatti G. Blunt cerebrovascular injury: diagnosis at whole-body MDCT for multi-trauma. *Insights Imaging* 2013.
- [52] DiCocco JM, Emmett KP, Fabian TC, Zarzaur BL, Williams JS, Croce MA. Blunt cerebrovascular injury screening with 32-channel multidetector computed tomography: more slices still don't cut it. *Ann. Surg.* 2011;253:444–50.
- [53] McKevitt EC, Kirkpatrick AW, Vertesi L, Granger R, Simons RK. Identifying patients at risk for intracranial and extracranial blunt carotid injuries. *Am. J. Surg.* 2002;183:566–70.
- [54] Fabian TC, Patton JH, Croce MA, Minard G, Kudsk KA, Pritchard FE. Blunt carotid injury. Importance of early diagnosis and anticoagulant therapy. *Ann. Surg.* 1996;223:513-22; discussion 522-5.
- [55] Cothren CC, Moore EE, Biffl WL, Ciesla DJ, Ray CE, Johnson JL et al. Anticoagulation is the gold standard therapy for blunt carotid injuries to reduce stroke rate. *Arch Surg* 2004;139:540-5; discussion 545-6.
- [56] Wick MC, Weiss RJ, Lill M, Jaschke W, Rieger M. The "Innsbruck Emergency Algorithm" avoids the underdiagnosis of blunt cervical vascular injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* 2010;130:1269–74.
- [57] Cothren CC, Moore EE, Ray CE, Ciesla DJ, Johnson JL, Moore JB et al. Screening for blunt cerebrovascular injuries is cost-effective. *Am. J. Surg.* 2005;190:845–9.
- [58] Kaye D, Brasel KJ, Neideen T, Weigelt JA. Screening for blunt cerebrovascular injuries is cost-effective. *J Trauma* 2011;70:1051-6; discussion 1056-7.
- [59] Burlew CC, Biffl WL. Blunt cerebrovascular trauma. *Curr Opin Crit Care* 2010;16:587–95.
- [60] Wang AC, Charters MA, Thawani JP, Than KD, Sullivan SE, Graziano GP. Evaluating the use and utility of noninvasive angiography in diagnosing traumatic blunt cerebrovascular injury. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;72:1601–10.

- [61] Chokshi FH, Munera F, Rivas LA, Henry RP, Quencer RM. 64-MDCT angiography of blunt vascular injuries of the neck. *AJR Am J Roentgenol* 2011;196:W309-15.
- [62] Sliker CW, Shanmuganathan K, Mirvis SE. Diagnosis of blunt cerebrovascular injuries with 16-MDCT: accuracy of whole-body MDCT compared with neck MDCT angiography. *AJR Am J Roentgenol* 2008;190:790–9.
- [63] Krajewski LP, Hertzner NR. Blunt carotid artery trauma: report of two cases and review of the literature. *Ann. Surg.* 1980;191:341–6.
- [64] Biffl WL, Ray CE, Moore EE, Franciose RJ, Aly S, Heyrosa MG et al. Treatment-related outcomes from blunt cerebrovascular injuries: importance of routine follow-up arteriography. *Ann. Surg.* 2002;235:699-706; discussion 706-7.
- [65] Mayberry JC, Brown CV, Mullins RJ, Velmahos GC. Blunt carotid artery injury: the futility of aggressive screening and diagnosis. *Arch Surg* 2004;139:609-12; discussion 612-3.
- [66] Eastman AL, Muraliraj V, Sperry JL, Minei JP. CTA-based screening reduces time to diagnosis and stroke rate in blunt cervical vascular injury. *J Trauma* 2009;67:551-6; discussion 555-6.
- [67] McKevitt EC, Kirkpatrick AW, Vertesi L, Granger R, Simons RK. Blunt vascular neck injuries: diagnosis and outcomes of extracranial vessel injury. *J Trauma* 2002;53:472–6.
- [68] Biffl WL, Egglin T, Benedetto B, Gibbs F, Cioffi WG. Sixteen-slice computed tomographic angiography is a reliable noninvasive screening test for clinically significant blunt cerebrovascular injuries. *J Trauma* 2006;60:745-51; discussion 751-2.
- [69] Biffl WL, Moore EE. Computed tomographic angiography for blunt cerebrovascular injuries: don't throw out the baby with the bathwater. *Ann Surg* 2011;253:451–2.
- [70] Paulus EM, Fabian TC, Savage SA, Zarzaur BL, Botta V, Dutton W et al. Blunt cerebrovascular injury screening with 64-channel multidetector computed tomography: more slices finally cut it. *J Trauma Acute Care Surg* 2014;76:279-83; discussion 284-5.
- [71] Sturzenegger M, Mattle HP, Rivoir A, Rihs F, Schmid C. Ultrasound findings in spontaneous extracranial vertebral artery dissection. *Stroke* 1993;24:1910–21.
- [72] Cogbill TH, Moore EE, Meissner M, Fischer RP, Hoyt DB, Morris JA et al. The spectrum of blunt injury to the carotid artery: a multicenter perspective. *J Trauma* 1994;37:473–9.
- [73] Schuster L, Hauser T, Essig M. Stellenwert der MR-Angiographie zur bildgebenden Diagnostik von Erkrankungen der Karotiden. *Radiologe* 2010;50:597–606.



- [74] Fredenberg, P.; Forbes, K.; Toye, L.; Partovi, S. Assessment of Cervical Vascular Injury with CT Angiography: Barrow Neurological Institute; 2001 [cited 2014 Dec 16]. Available from:  
URL:[http://www.thebarrow.org/Education\\_And\\_Resources/Barrow\\_Quarterly/205256](http://www.thebarrow.org/Education_And_Resources/Barrow_Quarterly/205256).
- [75] Biffi WL, Ray CE, Moore EE, Mestek M, Johnson JL, Burch JM. Noninvasive diagnosis of blunt cerebrovascular injuries: a preliminary report. *J Trauma* 2002;53:850–6.
- [76] Goodwin RB, Beery PR2, Dorbish RJ, Betz JA, Hari JK, Opalek JM et al. Computed tomographic angiography versus conventional angiography for the diagnosis of blunt cerebrovascular injury in trauma patients. *J Trauma* 2009;67:1046–50.
- [77] Roberts DJ, Chaubey VP, Zygun DA, Lorenzetti D, Faris PD, Ball CG et al. Diagnostic accuracy of computed tomographic angiography for blunt cerebrovascular injury detection in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *Ann Surg* 2013;257:621–32.
- [78] Bruns BR, Tesoriero R, Kufera J, Sliker C, Laser A, Scalea TM et al. Blunt cerebrovascular injury screening guidelines: what are we willing to miss? *J Trauma Acute Care Surg* 2014;76:691–5.

## 9 Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1</b> zeigt eine Übersicht über die Anzahl der jährlichen Verkehrstoten im Laufe der Jahre sowie ausgewählte „Meilensteine“ der Gesetzgebung [2] © Statistisches Bundesamt .....	6
<b>Abbildung 2</b> zeigt die Verteilung der zertifizierten Traumazentren in Deutschland [10]. Kartendaten © 2014 Basarsoft, GeoBasis-DE/BKG, Google.....	12
<b>Abbildung 3</b> zeigt die Mitglieder des Traumanetzwerk Ostbayern mit Einzugsgebiet [12]. Kartendaten © 2014 GeoBasis-DE/BKG, Google.....	14
<b>Abbildung 4:</b> Seite 1 des Dokumentationsbogens der DGU [27] © DGU.....	26
<b>Abbildung 5:</b> Seite 2 des Dokumentationsbogens der DGU [27] © DGU.....	27
<b>Abbildung 6:</b> Seite 3 des Dokumentationsbogens der DGU [27] © DGU.....	28
<b>Abbildung 7</b> zeigt einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion und Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.....	45
<b>Abbildung 8</b> zeigt einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit $ISS \geq 16$ und Patienten mit $ISS \geq 16$ und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.....	46
<b>Abbildung 9</b> zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion und Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat. ....	48
<b>Abbildung 10</b> zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit $ISS \geq 16$ und Patienten mit $ISS \geq 16$ und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat. ....	49
<b>Abbildung 11:</b> Altersverteilung der Patienten mit Polytrauma versus Patienten mit Polytrauma und Carotidisdissektion. ....	50

<b>Abbildung 12</b> zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen von allen Patienten mit ISS $\geq$ 16 und die Häufigkeit der Carotidisdissektion bei den verschiedenen Unfallarten. ....	53
<b>Abbildung 13:</b> Häufigkeit GCS am Unfallort bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	54
<b>Abbildung 14</b> zeigt die Häufigkeit von Schädelhirntraumata bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	56
<b>Abbildung 15</b> zeigt die Häufigkeit eines diffusen axonalen Traumas bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	57
<b>Abbildung 16</b> zeigt die Häufigkeit einer Schädelbasisfraktur bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	57
<b>Abbildung 17</b> zeigt die Häufigkeit von Halswirbelsäulenfrakturen bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	58
<b>Abbildung 18</b> zeigt die Häufigkeit von Mittelgesichtsfrakturen bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	60
<b>Abbildung 19</b> zeigt die Häufigkeit von Thoraxtraumata bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	62
<b>Abbildung 20</b> zeigt die Häufigkeit eines Abdominaltraumas bei Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	64
<b>Abbildung 21:</b> Zeit vom Eintritt in den Schockraum bis zum Ende der CT Untersuchung bei allen polytraumatisierten Patienten.....	68
<b>Abbildung 22:</b> CT Dauer bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	69

## 10 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> AIS-Codierung der Körperregionen nach AIS 2008 (Aus [36]).	34
<b>Tabelle 2:</b> Schweregradeinteilung der AIS (Aus [36]).	34
<b>Tabelle 3:</b> AIS-Codierung der Körperregionen nach AIS 76 (Aus [37]).	35
<b>Tabelle 4</b> zeigt die Inzidenz der Carotidisdissektion in verschiedenen ISS Gruppen..	44
<b>Tabelle 5</b> zeigt einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion und Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.	45
<b>Tabelle 6</b> zeigt einen Vergleich der ISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit $ISS \geq 16$ und Patienten mit $ISS \geq 16$ und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die ISS Berechnung hat.	46
<b>Tabelle 7</b> zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion und Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat.	47
<b>Tabelle 8</b> zeigt einen Vergleich der NISS Mittelwerte zwischen polytraumatisierten Patienten mit $ISS \geq 16$ und Patienten mit $ISS \geq 16$ und Carotidisdissektion, deren AIS keinen Einfluss auf die NISS Berechnung hat.	49
<b>Tabelle 9:</b> Häufigkeit der Carotidisdissektion in verschiedenen Altersgruppen.	51
<b>Tabelle 10</b> zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen bei allen Patienten mit $ISS \geq 16$ .	52
<b>Tabelle 11</b> zeigt die Häufigkeit der Unfallursachen, die zu Carotidisdissektionen führten und die Rate der Carotidisdissektion bei den verschiedenen Unfallarten.	53
<b>Tabelle 12:</b> GCS am Unfallort bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion.	54

<b>Tabelle 13:</b> Inzidenz der Vertebralisdissektion in verschiedenen Gruppen.....	55
<b>Tabelle 14</b> zeigt Kopfverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	59
<b>Tabelle 15</b> zeigt Gesichtsverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	61
<b>Tabelle 16</b> zeigt Thoraxverletzungen kodiert nach AIS bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	63
<b>Tabelle 17</b> zeigt Verletzungen kodiert nach AIS-Abdomen bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	65
<b>Tabelle 18:</b> Beatmungsdauer und Intensivaufenthalt von Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	70
<b>Tabelle 19:</b> Liegedauer im Krankenhaus bei Patienten <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	70
<b>Tabelle 20</b> zeigt das Outcome bei den elf polytraumatisierten Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion und cerebraler Infarzierung. ....	71
<b>Tabelle 21</b> zeigt das Outcome bei polytraumatisierten Patienten <u>mit</u> Carotidisdissektion. ....	72
<b>Tabelle 22</b> zeigt das Outcome bei polytraumatisierten Patienten <u>ohne</u> Carotidisdissektion. ....	73
<b>Tabelle 23</b> zeigt die Abschätzung der Überlebenswahrscheinlichkeit nach TRISS sowie das Risiko, an den Verletzungen zu versterben nach RISC und die Rate der verstorbenen Patienten. Dabei wurden die Patientengruppen <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion unterschieden und auf Signifikanz überprüft. ....	74
<b>Tabelle 24</b> zeigt die Häufigkeit der Zuverlegung von Patienten unterteilt nach den Patientengruppen <u>mit</u> bzw. <u>ohne</u> Carotidisdissektion. Des Weiteren gibt die Tabelle die Häufigkeit der Carotidisdissektion unter allen zuverlegten bzw. primären Patienten gestaffelt nach verschiedenen ISS Gruppen an. ....	76

**Tabelle 25** zeigt die mittlere Aufenthaltsdauer auf der Intensivstation, die mittlere Beatmungsdauer sowie die mittlere Liegedauer im Krankenhaus ausschließlich für Patienten mit Carotidisdissektionen. Gegenübergestellt werden zuverlegte und primäre Patienten. .... 77

**Tabelle 26** zeigt eine Übersicht, wie viele der Patienten in den Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion verstarben. Dies geschieht unter der Prämisse „Zuverlegung“ bzw. „Primärer Patient“. .... 78

**Tabelle 27** zeigt den RISC, die Mortalität und die SMR für die Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion. Dies geschieht unter der Prämisse „Zuverlegung“ bzw. „Primärer Patient“. .... 78

**Tabelle 28** zeigt einen Überblick über die wichtigsten Werte beim Vergleich der Patientengruppen mit bzw. ohne Carotidisdissektion. .... 79

**Tabelle 29** zeigt die klassischen Denver Screenigkriterien [29]. .... 88

## 11 Abkürzungsverzeichnis

A. *Arteria*

AF *Atemfrequenz*

AIS *Abbreviated Injury Scale*

ATLS *Advanced Trauma Life Support*

BCVI *Blunt Cerebrovascular Injury*

BE *Base Excess*

CCT *Craniale Computertomographie*

CT *Computertomograph/Computertomographie*

CTA *Computertomographische Angiographie*

DGU *Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie*

DK *Dauerkatheter*

DSA *Digitale Subtraktionsangiographie*

FAST *Fast Assessment with Sonography for Trauma*

GCS *Glasgow Coma Scale*

GOS *Glasgow Outcome Scale*

ISS *Injury Severity Score*

LKW *Lastkraftwagen*

MIP *Maximum Intensity Projection*

mmHg *Millimeter Quecksilbersäule*

MPR *Multiplanare Rekonstruktion*

MR *Magnetresonanz*

MRT *Magnetresonanztomographie*

MSCT *Multislice-Computertomographie*

MTOS *Major Trauma Outcome Study*

NISS *New Injury Severity Score*  
OP *Operationssaal*

PKW *Personenkraftwagen*

PTT *Partielle Thromboplastinzeit*

RISC *Revised Injury Severity Classification*

RR *Blutdruck*

RTS *Revised Trauma Score*

SAP *Kliniksoftware*

SMR *Standardized Mortality Ratio*

TRISS *Trauma and Injury Severity Score*

ZVK *Zentraler Venenkatheter*



## **12 Danksagung**

### **Dr. med. Antonio Ernstberger**

Herzlichen Dank für die Idee, die Thematik „Carotidisdissektion“ zu bearbeiten, sowie für die Betreuung und Korrektur der Arbeit.

### **Prof. Dr. med. Peter Angele**

Herzlichen Dank für das Ermöglichen dieser Arbeit.

### **Mitarbeiter der Kliniken für Unfallchirurgie und Anästhesie, sowie der Notaufnahme**

Herzlichen Dank für die freundliche Aufnahme und die beste Integration in das Schockraumteam.

### **„Polytraumastudenten“**

Flavia Ackermann, Hans-Christoph Aigner, Konstanze Müncheberg, Wolfgang Parsch, Gaby Schöberl und Dominik Treffer.

Herzlichen Dank für den Zusammenhalt und eure Flexibilität während der Datenerhebungsphase.

### **Familie und Freunde**

Herzlichen Dank für die vielfältige Unterstützung während dieser Arbeit. Herzlichen Dank auch für das Verständnis, wenn ich wieder einmal bei einer Familienfeier in den Schockraum musste, bzw. ein Treffen aus diesem Grund unterbrochen oder abgesagt habe.